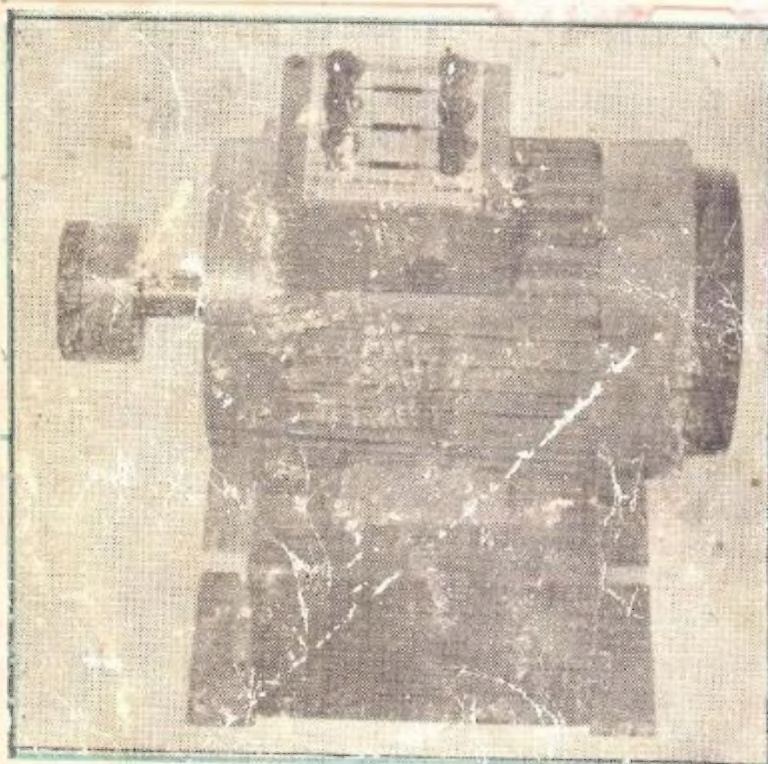


الكيمياء العملية

حسابات وطرق لف محركات التيار المستمر
محركات التيار المتغير والمحولات الكهربائية



إعداد

محمد فريد محمد زبهي

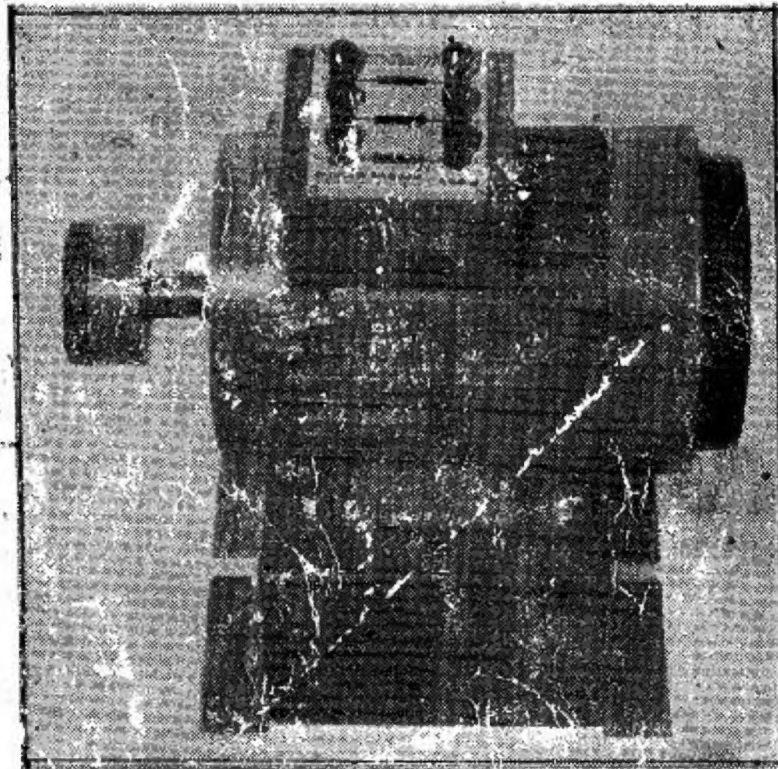
مؤيد الكهرباء العالي بالتعليم الصناعي

حقوق الطبع والنشر محفوظة للؤلف

طبعة ١٩٩١

الكهرباء العملية

حسابات وطرق لف محركات التيار المستمر
محركات التيار المتغير والمحولات الكهربائية



إعداد

محمد فريد محمد فهد

أوميد الكهربائي والمعلم بالتعليم الصناعي

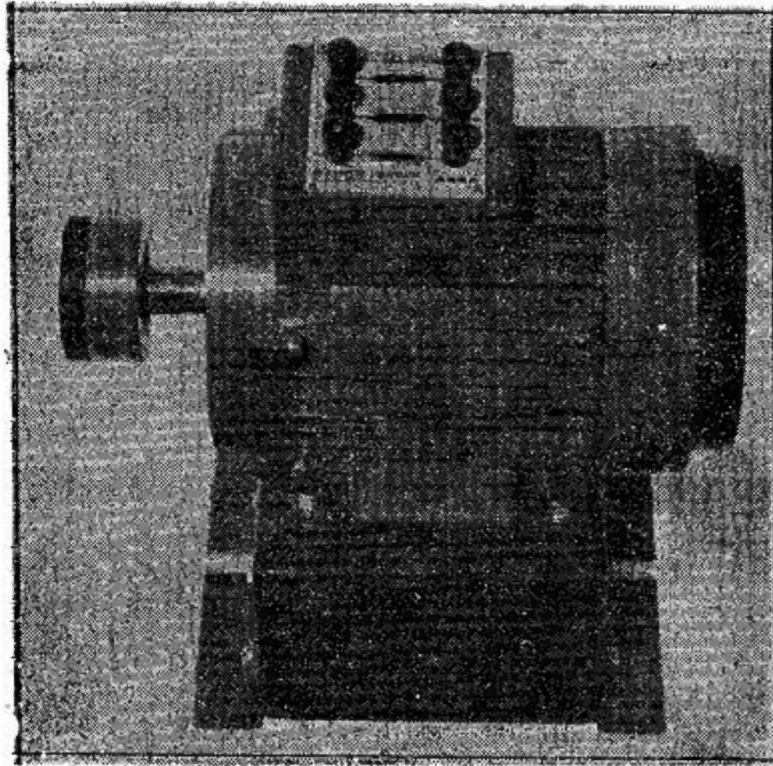
حقوق الطبع والنشر محفوظة للألف

طبعة ١٩٩١

٢٠١٤ عيد ابراهيم على

الكَمَّاءُ الْعَمَلِيَّةُ

حسابات وطرق لف محركات التيار المستمر
محركات التيار المتغير والحولات الكهربائية



إعداد

محمد فريد محمد بهي

توجيه الكهربية والعمل بالتعليم الصناعي

حقوق الطبع والنشر محفوظة للؤلف

طبعة ١٩٩١

الحمد لله تعالى الذي تتم بنعمه الصالحات

لقد وفقت بتصوير النسخة اسكندر بصورة جديدة وطباعة ممتازة

نسألكم الدعاء بظهر الغيب لي ولوالدي

اخوكم في الله عبدالمهيمن فوزي

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

كلمة حق وشكر

أحمد الله على ثقة الجميع في كتابي الكهربائي العملية ونظرا لنفاذ الطبعة السابقة فقد تمت بتزويد هذه الطبعة الجديدة بمعلومات وبيانات متعددة لم تكن في الطبعة السابقة حيث وجدت فيها ما يفيد كل من يعمل في هذا المجال واني أدعو الله أن يوفقني دائما لخدمة جميع السادة الزملاء وأن أكون عند حسن الظن بى من الجميع .

مع تقديم خالص التحية لكل من ساهم وكانت له لمسة فنية أو علمية في هذه الطبعة

السادة

انوار غبريال

خبير بالتعليم الصناعى

سيد أمين سيد

موجه كهرباء بالجيزة

أحمد محمد خليفة

وكيل الجيزة الكهربائية

بشير أمين محمد الجندي

وكيل القاهرة الفنية بالقبة

نبيل عبد الفتاح

وكيل القاهرة الفنية بالقبة

الزميل

محمد فريد

17

18

19

20

21

22

23

24

تعريف عربي انجليزي

Cable lug	نهاية كابل	Filament Lamp	مصباح عاده
Terminal Lug	نهاية موصل		مصباح فلورسنت
Dividing box	صندوق تفريغ بواط	Fluorescent Lamp	
	توزيع كابلات تحت الأرض		مصباح زئبقى
Underground distribution		Mercuy - vapour Lamp	
Motor	محرك كهربى		مصباح صوديوم
A. C. motor	محرك تيار متغير	Sodium - vapour Lamp	
D. C. motor	محرك تيار مستمر	Fuse	مصهر
Repulsion motor	محرك تنافرى	Tumbler switch	مفتاح عاده
Schrage motor	محرك شراجا		مفتاح بسكين سلم
	محرك بحلقات انزلاق	Double - throw switch	
Slip - ring motor		Button switch	ضاغط جرس
	محرك قفص سنجاب	Knife Switch	مفتاح سكينه
Squirrel - cage motor		Socket - outler	مأذ تيار بريزة
Universal motor	محرك عام	Ballast	ملف خائق
Dynamo	مولد كهربى	Bell transformer	محول جرس
Generating station	محطة توليد	Starter	يادىء تشفيل
Substation	محطة فرعية	Trembling bell	جرس رنان
	محطة محولات	Buzzer	جرس طنان
Transformer substation		Time Switch	مفتاح توقيت
Switch board	لوحة توزيع		مفتاح تلامس بقاطع تلقائى
In - Series	على التوالى	Contactor	
In - Parallel	على التوازى	Reversing Switch	مفتاح عاكس
Collector shoe	عضو توزيع		مفتاح قاطع زيتى
Commutator	عضو توحيد	Oil circuit breaker	
Alternating Current	تيار متغير	Busbar	موصل قضبان رئيسية
Direct current	تيار مستمر	Overhead line	موصل خط هوائى
		Tower	برج شد الأسلاك

مفكرة سريعة

المادة والكهرباء :

تنقسم المادة بالنسبة لمرور التيار الكهربى فيها الى نوعين :

١ - مادة موصلة :

وهى المادة التى تسمح لمرور التيار الكهربى فيها ، وهى ايضا المادة التى تحتوى على الكترونات حرة ، وقد تختلف هذه المادة فيما بينها بدرجة جودة توصيلها للكهرباء حيث نجد ان الفضة مثلا تعتبر أجود المواد توصيلا للكهرباء ثم باقى المواد حسب جودة التوصيل .

٢ - مادة عازلة :

وهى المادة التى تقاوم مرور التيار الكهربى فيها — وهى ايضا تختلف فيما بينها بدرجة عزلها حيث نجد ان الميكا الصلبة أجود المواد العازلة ثم تأتى بعد ذلك باقى المواد حسب جودة العزل .

المقاومة والكهرباء :

يمكننا القول بأن المقاومة هى خاصية المادة المقاومة لمرور التيار الكهربى ، ووحدة هذه المقاومة هى الأوم (واحد أوم الذى تبديها الدائرة التى على طرفيها فرق جهد واحد فولت بحيث يكون التيار المار فى هذه المادة مقداره واحد أمپر) .

المقاومة النوعية :

يمكننا القول أن المقاومة النوعية للمادة هى (مقاومة موصل طوليه واحد سنتيمتر ومساحة مقطعه واحد سنتيمتر مربع فى اتجاه مرور التيار) .

ويرمز لها (ع) وهى تتناسب طرديا مع الطول وعكسيا مع مساحة مقطع الموصل — فإذا كانت (م) رمز المقاومة ، (ل) رمز طول الموصل ، (س) رمز مقطعه يكون قانون المقاومة كالآتى :

$$م = \frac{ع \times ل}{س} = \text{أوم}$$

تعريف وحدات القياس الكهربائية

الفولت :

هو وحدة قياس القوة الدافعة الكهربائية (ق.د.ك) وهو مقدار القوة الدافعة التي تحدث تياراً شدته واحد أمبير مع موصل مقاومته واحد أوم .

الأمبير :

هو الوحدة التي تقاس بها شدة التيار الكهربى وهو عبارة عن التيار الذى يمر فى مقاومة مقدارها واحد أوم وفرق جهد بين طرفيها مقداره واحد فولت .

الأوم :

هو الوحدة العلمية لقياس المقاومة وهو عبارة عن مقاومة الموصل الذى يصلح لمرور تيار كهربى شدته واحد أمبير اذا كان فرق الجهد بين طرفي هذا الموصل مقداره واحد فولت .

معامل القدرة :

هو جيب تمام زاوية الوجه بين موجة التيار وموجة الضغط فى الدائرة الكهربائية ، أى ان معامل القدرة يتعلق بالفرق الوجهى بين الضغط والشدة وهو يساوى دائماً فى قيمته أقل من واحد صحيح ويرمز له (جتا هـ) ويساوى (القدرة الفعلية ÷ القدرة الظاهرية) .

القدرة الفعلية :

هى القدرة المستفاد بها وتقاس بجهاز الواتمر وهى أقل من القدرة الظاهرية لأن هناك جزء من القدرة الظاهرية يفقد فى التقلب على المقاومة التأثرية والاستاتيكية وتساوى (ض × ش × جتا هـ) .

القدرة الظاهرية :

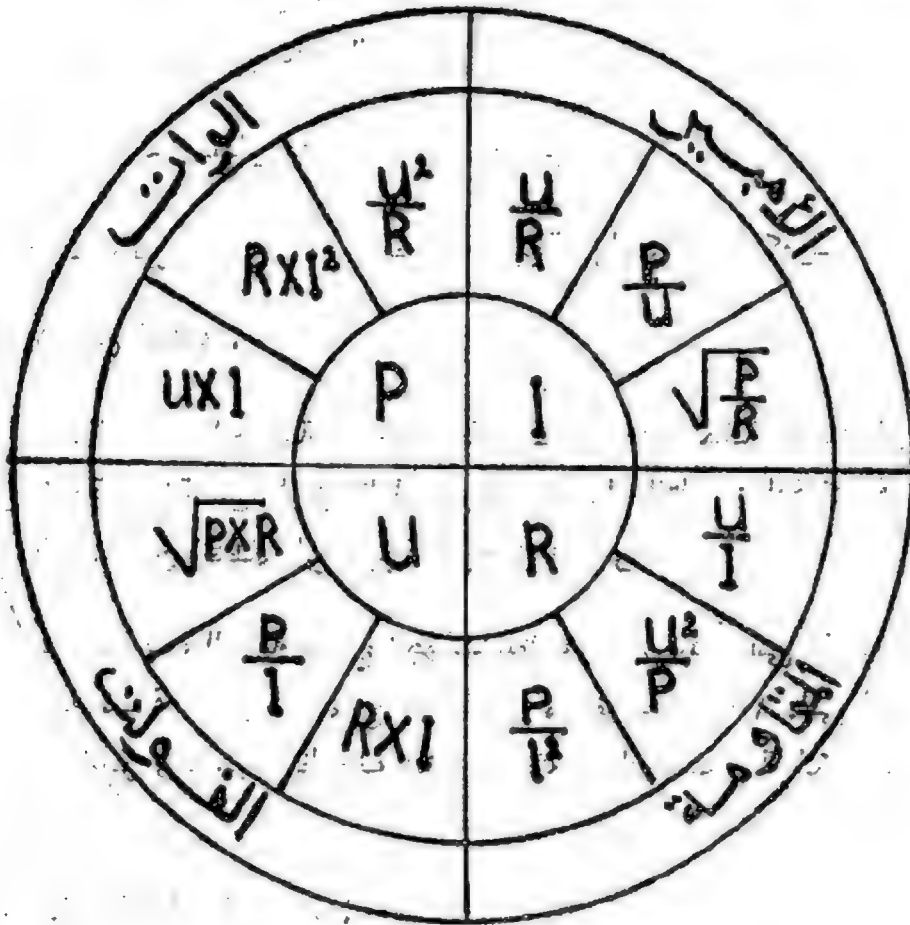
وهى أكبر من القدرة الفعلية المستفاد بها وتقاس بالفولت أمبير وتساوى (ض × ش) .

جدول قانون أوم والقدرة

عن طريق هذا الجدول يمكن حساب كل من الآتى :

U _____
I _____
R _____
P _____

- ١ — قيمة الضغط = فولت
- ٢ — قيمة شدة التيار = أمبير
- ٣ — قيمة المقاومة = أوم
- ٤ — قيمة القدرة = وات



على هذا يكون قانون أوم كالاتى :

$$م = \frac{ض}{ش} = \text{أوم}$$

$$ض = ش \times م = \text{فولت}$$

$$ش = \frac{ض}{م} = \text{أمبير}$$

الصدمة الكهربائية وتأثيرها

على الإنسان

كثيرا ما يتعرض الإنسان لصدمة كهربية نتيجة اتصال أى جزء من جسمه مع موصل تيار كهربى غير معزول الأمر الذى ينتج عنه الآتى :

- ١ — تأثير التيار على القلب .
- ٢ — تأثير التيار على الجهاز العصبى .
- ٣ — تأثير التيار بحدوث حروق نتيجة تواجد قوس كهربى .

التأثير على القلب :

فى حالة تأثير الصدمة الكهربائية على القلب تحدث حالة الوفاة لان مرور التيار بشدة معينة عن طريق القلب يزيد من عمل القلب زيادة كبيرة جدا فيعمل القلب دون انتظام الى درجة الازهاق ثم يتوقف .

وتسمى هذه الحالة بومج نجوات القلب وهى تؤدى الى الموت فورا ، وبلغ حدة شدة التيار المسموح بها للقلب ما يقرب من ٢٥ مللى أمبير الى ٧٥ مللى أمبير وحسب الظروف التى تحدث فيها الصدمة الكهربائية ولمدة ٣٠ ثانية .

التأثير على الجهاز العصبى :

كثيرا ما ينتج من الصدمة الكهربائية حسب ظروفها وقيمة تأثيرها على الجهاز العصبى حيث يتأثر السمع أو النطق وفى بعض الحالات يختل التوازن والادراك ويمكن أن نصل لدرجة الشلل .

التأثير بحدوث حروق :

فى بعض الحالات ينتج عند الإصابة بحدوث قوس كهربى نتيجة وصلة قصر أو أرضى أو بفعل التأثير الحرارى للتيار .

والاصابة بالحروق الناتجة على القوس الكهربى ليست مميتة ولكن ربما ينتج عنها بعض التشوهات الخطيرة وقد يحدث الاحتراق بالتأثير الحرارى للتيار فى حالة الضغط العالى اذ انه من الممكن فى هذه الحالة مرور تيار كبير جدا خلال الجسم يجعله فى بعض الحالات يصل لدرجة التفحم .

تأثير نسوع التيار

نعرف ان التيار الكهربى ينقسم الى نوعين هما :

١ — تيار ثابت القيمة والاتجاه وهو التيار المستمر وهذا التيار لا يتعامل مع طرف الارض .

٢ — تيار متردد وهو متغير القيمة والاتجاه وهذا التيار يتعامل مع طرف الارض .

لذا نجد ان التيار المستمر اقل خطرا من التيار المتغير وبالذات فى حالة ما يكون تردد التيار المتغير . ه ذبذبة فى الثانية حيث يحدث فى الانسان تصلب فى العضلات ويجعل المصاب من الصعب عليه التخلص من التيار الكهربى وبذلك يستمر فترة طويلة بدرجة خطيرة .

ولكن كلما ارتفع تردد التيار المتغير تقل خطورته حيث نجد مثلا التردد العالى الموجود فى محطات الارسال للاذاعة غير ضار نتيجة التأثير السطحى ولكن يكمن خطره فقط فى امكانه احداث حروق فى جسم الانسان .

لذا ومن الشرح السابق وجب اتخاذ الاحتياطات اللازمة لوقاية الانسان من خطر الكهرباء باستعمال الوقاية وسلك الارض .

التأثيرات الكهربائية في حياتنا العملية

التأثير الحراري :

في التأثير الحراري تتحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية بمرور التيار الكهربى في معدن خاص ذو مقاومة خاصة تتناسب والغرض المطلوب — حيث يمكن القول انه عندما يمر تيار كهربى في سلك ذو مقاومة تتولد فيه حرارة ظاهرة يمكن ادراكها بالحبس .

وتتوقف عملية السخانات والدفايات وغيرها من اجهزة التسخين على هذه الخاصية مع العلم بان الحرارة المتولدة في هذه الاجهزة تتناسب مع الآتى :

- ١ — زمن مرور التيار في جهاز التسخين ويقدر بالثوانى .
 - ٢ — مربع شدة التيار في جهاز التسخين .
 - ٣ — مقدار مقاومة السلك المستعمل في عملية التسخين بالجهاز .
 - ٤ — استعمال رقم ثابت مءداره (٠.٢٤ ر) .
- من هذه البيانات يمكن استعمال وتكوين قانون تقدير الحرارة المنبعثة من أى جهاز تسخين يراد الاستفادة منه .

القانون :

قيمة درجة الحرارة = $0.24 \times \text{الزمن} \times \text{مربع شدة التيار} \times \text{مقاومة الملف}$ = سعرا كما يمكن تحديد مواصفات السلك المستعمل في جهاز التسخين من حيث طوله ومساحة مقطعه من المواصفات الآتية :

- ١ — قدرة الجهاز .
- ٢ — ضغط الينبوع .
- ٣ — شدة التيار في الجهاز .
- ٤ — مقاومة المتى الطولى من السلك المستعمل .
- ٥ — المقاومة الكلية للملف الجهاز .

من البيانات السابقة وعن طريق قانون القدرة يمكن الحصول على شدة تيار الجهاز ثم عن طريق قانون أوم يمكن معرفة مقدار المقاومة الكلية للجهاز وباستخدام جدول أسلاك النيكل كروم يمكن التوصل الى كل من طول السلك بعد معرفة مقاومة المتر الطولى منه وكذا مساحة مقطعه وفقا لشدة التيار .

التأثير المغناطيسى

في التأثير المغناطيسى حيث يمكن بواسطة التيار الكهربى الحصول على مجال مغناطيسى ويتم هذا بمرور تيار كهربى فى ملف من سلك معزول يتناسب من حيث مقاومته وقيمة التيار المار به — ويكون قلب هذا الملف قضيب أو رقائى من الصلب أو الحديد .

فعند مرور التيار الكهربى فى الملف تتولد المجالات المغناطيسية فى القلب الحديدى مع ملاحظة أن قيمة واتجاه هذه المجالات تتناسب مع قيمة واتجاه التيار المار فى الملف — والعكس فانه يمكن الحصول من المجال المغناطيسى على تيار كهربى حيث تقول النظرية (اذا قطع موصل ساحة مغناطيسية بالتعلم عليها تولدت فى هذا الموصل قوة دافعة كهربائية) .

ويستعمل التأثير المغناطيسى فى حالات كثيرة فى حياتنا الصناعية والمدنية منها المولدات والمحركات والمحولات وكذا الأجراس وبعض انواع المفاتيح الأوتوماتيكية والأوناش الكهربائية وغيرها .

التأثير الكيمائى

فى التأثير الكيمائى يستعمل التيار الكهربى فى عمليات التحليل والتركيب وعمليات شحن البطاريات السائلة على أن يكون التيار المستعمل فى هذه العمليات تيارا ثابتا أى مستمر أو ينبوع بتيار متغير ثم يوحد عن طريق أجهزة توحيد التيار — والعكس فانه مكن الاستفادة من التفاعل الكيمائى للحصول على تيار كهربى مثل ما يحدث فى اعمدة الثانوية .

مولدات ومحركات التيار المستمر

تعتبر مولدات التيار المستمر إحدى مصادر هذا التيار حيث يوجد مصادر أخرى مثل الأعمدة الجافة والبطاريات الثانوية وعمليات توحيد التيار المتغير .

ويعتبر مولد التيار المستمر في حد ذاته آلة تحول الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربية ، فعندما يراد الحصول على تيار مستمر لابد من أن تتواءم الأسباب الآتية :

- ١ — تواجد الموصل وهو عبارة عن ملف من سلك نحاس معزول .
- ٢ — تواجد مجال مغناطيسي دائم .
- ٣ — تواجد وسيلة ميكانيكية إما لتحريك الموصل أو تحريك المجال المغناطيسي .

وعلى هذا يكون الحصول على تيار من مولد التيار المستمر قد بنى على النظرية التي تقول اذا قطع موصل مجال مغناطيسي أو اذا قطع مجال مغناطيسي موصل تتولد في هذا الموصل قوة دافعة كهربية لأن هذا المجال عند قطعه للموصل يؤثر على الإلكترونات الحرة لذرات معدن هذا الموصل فتندفع في اتجاه واحد من أحد طرفي الموصل إلى الطرف الآخر وبذلك يصبح الطرف الذي تتجه إليه الإلكترونات موجب التكهرب والطرف الذي تتجه منه الإلكترونات سالب التكهرب وينشأ بين الطرفين قوة دافعة كهربية تعمل على إمرار تيار في الموصل في اتجاه عكسي لاتجاه الإلكترونات هذا اذا كانت الدائرة مغلقة .

بعد هذا يجب أن نعرف أنه لابد من تواجد مغناطيسية ثابتة في حديد أقطاب المولد كي يبدأ عن طريقها استنتاج القوة الدافعة الكهربائية عند إدارة عضو الاستنتاج ثم تغذى ملفات الأقطاب من هذا التيار المستنتج عن طريق منظم فولت يتحكم في قيمة الفولت المغذى لل ملفات الأقطاب فننتحكم في قيمة المجال وبالتالي نتحكم في قيمة الاستنتاج مع ملاحظة أن التيار المستنتج في مولد التيار المستمر هو تيار متغير والسبب هو دخول ملفات عضو الاستنتاج تدريجياً في مجال الأقطاب ثم تبدأ الخروج منها وتكرر هذه العملية تحت كل من القطب الشمالي والقطب الجنوبي ولكن عن طريق كل من الفرش وعضو التوحيد يمكن تثبيت قيمة واتجاه هذا التيار وبذلك نحصل على تيار مستمر .

هذا وتعتبر الأجزاء الأساسية التى يتكون منها كل من المولد والمحرك واحدة ولكن تسمى مجموعة القطاعات النحاسية فى المولد بـعضو التوحيد لأنها مع الفرش توحّد التيار وتسمى فى المحرك بـعضو التوزيع لأنها توزع التيار على ملفات عضو الاستنتاج .

أهم الأجزاء التى يتكون منها محرك التيار المستمر هى :

- ١ — دائرة التنبيه .
- ٢ — دائرة الاستنتاج .
- ٣ — عضو التوزيع .
- ٤ — فرشاة التغذية .

دائرة التنبيه :

تتكون دائرة التنبيه من جزئين هما حديد الأقطاب وملفات الأقطاب أما حديد الأقطاب فهو عبارة عن عدد زوجى من القلوب الحديدية مثبتة بالسطح الداخلى لهيكل المحرك أو جسم المحرك المصنوع من الحديد أو الزهر المسبوك ويسمى بحامل الأقطاب وهو يعتبر جزء من الدائرة المغناطيسية للمحرك لأنه يتم دائرة الأقطاب وتختلف طريقة تثبيت الأقطاب الحديدية مع حامل الأقطاب فهى تتم إما بطريقة مسامير قلاووظ أو بواسطة التثبيت الغنفارى أو بالطريقتين معا . أما ملفات الأقطاب فهى تتكون من سلك نحاس معزول له مساحة مقطع معينة وعدد لفات معينة حسب حسابات المحرك من حيث الضغط الذى يعمل عليه المحرك وقدرته وتوصيل ملفات الأقطاب يكون بالتوالى مع مراعات مرور التيار فى كل ملف لتكوين القطبية (شمالى — جنوبى) فيكون مرور التيار فى الملف الشمالى عكس مروره فى الملف الجنوبى يراعى فى المولدات أن القلب الحديدى للقطب يكون عبارة عن كتلة من الحديد حتى يمكن الاحتفاظ بجزء من المجال بها .

عضو الاستنتاج :

يتكون عضو الاستنتاج من مجموعة رقائى من الصاج مجمعة مع بعضها على محور المحرك وهو عمود من الصلب ويوجد بهذه الرقائى مجارى طولية بـسطحها الخارجى أما أن تكون مفتوحة أو نصف مقفلة وفائدة هذه المجارى هى وضع ملفات عضو الاستنتاج بها وهى عبارة عن عدد من الملفات من سلك النحاس معزول لها أيضا مساحة مقطع معينة وعدد لفات معينة حسب حالة المحرك — كما يوجد على محور المحرك مجموعة من القطاعات النحاسية مجمعة مع بعضها ومعزولة كل قطعة عن الأخرى وعن المحور تسمى هذه

القطاعات (عضو التوزيع) أما نوع العزل الموجود بين كل قطعة وأخرى هو رقائق الميكا الصلبة لتحمل عملية الاحتكاك أما نوع العزل الموجود بين مجموعة القطاعات وجلبة التجميع فهي الميكانيك المرنة لسهولة تشكيلها في العزل الداخلى هذا وتلحم اطراف ملفات عضو الاستنتاج البدايات والنهايات في قطاعات عضو التوزيع بطريقة معينة حسب المبين بعد .

الفرش :

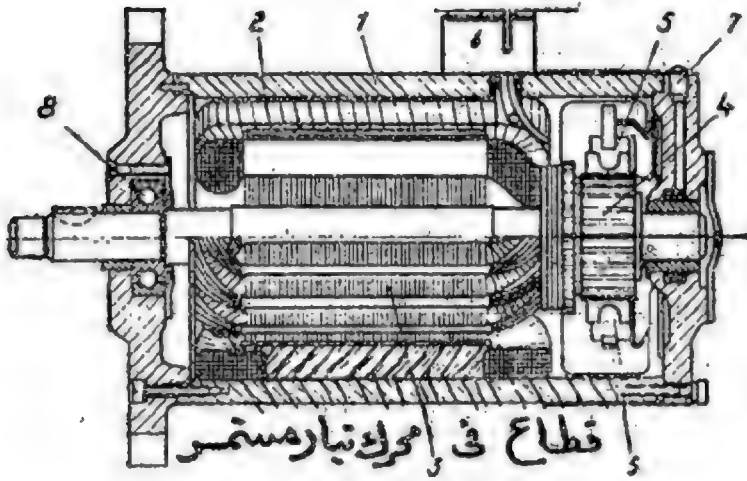
يختلف تكوين الفرشة من حيث المادة والحجم حسب قدرة المحرك او المولد فنجدها في المحركات الصغيرة والمتوسطة عبارة عن قطعة من الكربون الجيد التوصيل للكهرباء توضع في مكان يسمى (بيت الفرشة) وهو مثبت في حامل موجود في أحد غطائي المحرك وفائدة الفرش في المحركات هي نقل التيار الى قطاعات عضو التوزيع لتغذية ملفات عضو الاستنتاج أما في المولدات فهي تجميع التيار المستنتج في ملفات عضو الاستنتاج عن طريق قطاعات عضو التوحيد لتغذية الدائرة الخارجية (الحمل) بالتيار لذا نجد أن فائدة الفرش في المحرك عكس فائدتها في المولد كما انه يتوقف عدد الفرشات في المحرك على عدد الأقطاب فاذا كان المحرك ذو قطبين (جنوبي — شمالي) كان عدد الفرشات اثنين واحدة جنوبية والأخرى شمالية أما اذا كان المحرك ذو أربعة اقطاب اى قطبين جنوبي وقطبين شمالي كان عدد الفرشات أربعة بحيث توصل الفرشة الأولى مع الثالثة (جنوبي) والفرشة الثانية مع الرابعة (شمالي) هذا ولوضع الفرش وضع خاص يقارن بالنسبة لمحور الأقطاب ويتوقف على هذا الوضع نوعية لحام أطراف ملفات عضو الاستنتاج مع قطاعات عضو التوزيع — أما المحركات والمولدات الكبيرة يكون تكوين الفرش من الكربون والنحاس معا .

لف عضو الاستنتاج

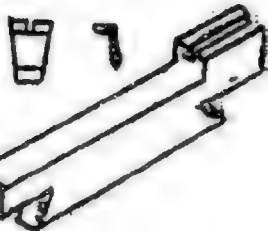
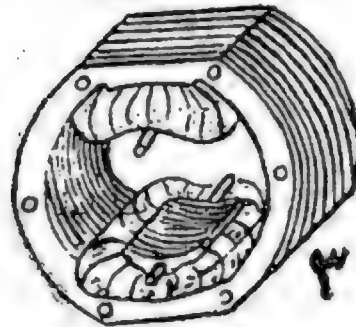
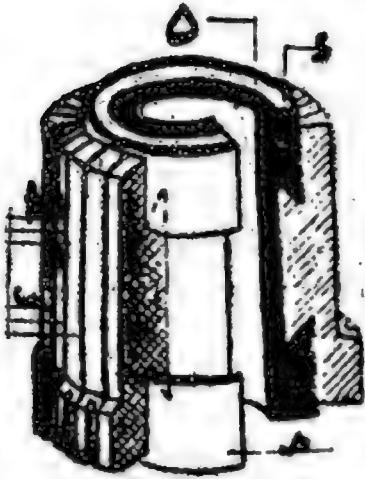
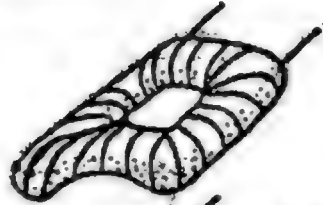
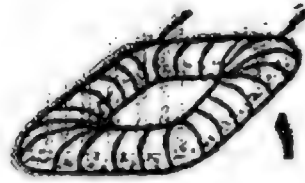
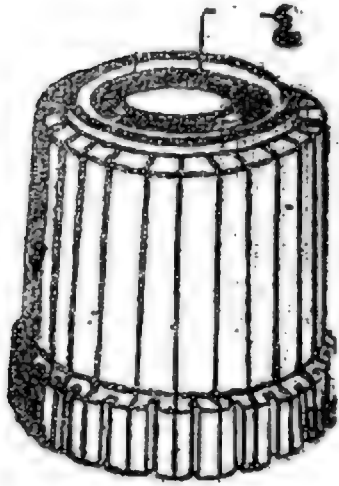
قبل أن نبدا في عمليات لف عضو الاستنتاج سواء عن طريق ملفات ثم تجهيزها على الفورمة الخشبية او عن طريق اللف اليدوى يجب تنفيذ الآتى :

- ١ — تنظيف مجارى عضو الاستنتاج من بقايا اللف السابق .
- ٢ — تنظيف مجارى اللحام والذى يوضع بها اطراف ملفات عضو الاستنتاج وهى موجودة في قطاعات عضو التوزيع وذلك من بقايا اللحام السابق ثم خراط عضو التوزيع خرطا ناعما لتسوية سطحه ثم اعادة عزل المجارى وتغليف قطاعات عضو التوزيع .

الأجزاء الهامة



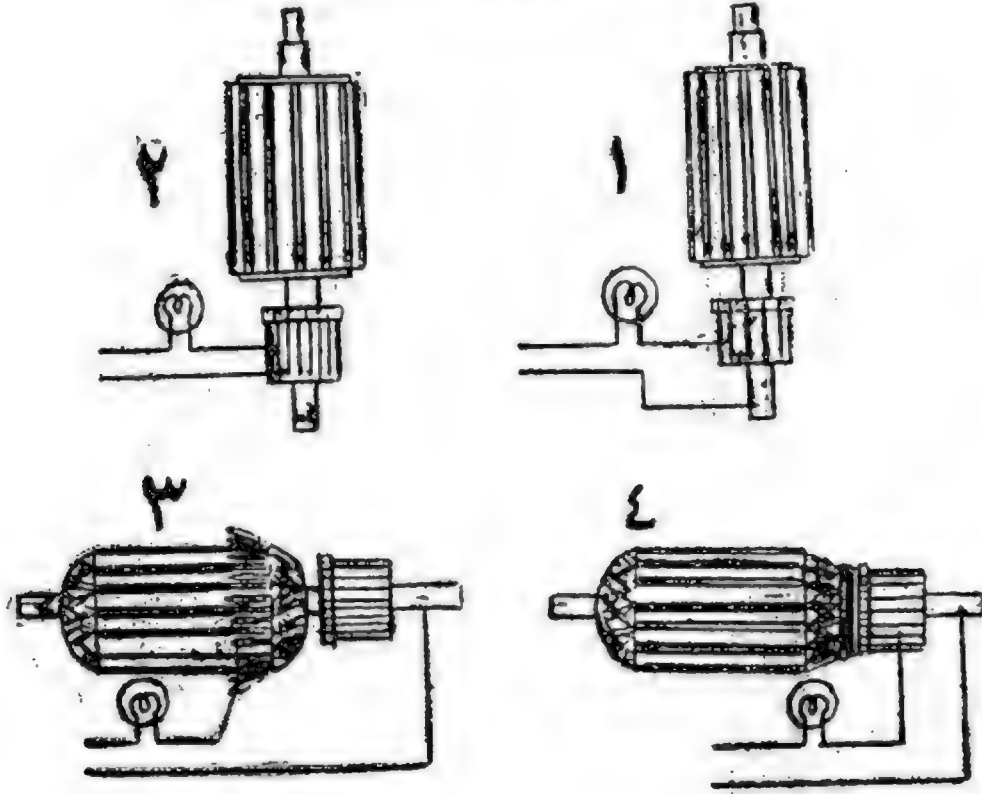
- ١ --- ملف القطب قبل
التقديم .
- ٢ --- ملف القطب بعد
التقديم .
- ٣ --- وضعية الملف مع
القطب .
- ٤ --- عضو توزيع كابل .
- ٥ --- قطاع في عضو
توزيع .
- ٦ --- قطعة من قطاعات
عضو التوزيع .



الاختبارات اللازمة

قبل أن نبدا في لف عضو الاستنتاج يجب أولا تفليح قطاعات عضو التوزيع وخرط سطحها الخارجى اذا لزم الأمر ثم الاختبارات الآتية كما هو موضح بالرسم :

- ١ - اختبار كل قطعة عضو توزيع مع المحور .
- ٢ - اختبار بين كل قطعة عضو توزيع والقطعة المجاورة لها يمين ويسار .
- ٣ - اختبار اطراف الملفات مع المحور .
- ٤ - الاختبار بعد اللحام بين القطاعات والمحور .



الارتباط بين أجزاء المحرك

لف عضو الاستنتاج يجب التعرف على البيانات الآتية :

- ١ - عدد الأقطاب .
- ٢ - عدد مجارى عضو الاستنتاج .
- ٣ - عدد قطاعات عضو التوزيع .

٤ — عدد الفرش .

٥ — موضع الفرش بالنسبة للأقطاب .

الارتباطات

أولا : هناك ارتباط بين الأقطاب والفرش وهو نوعين :

(أ) ارتباط عددي فإذا كان المحرك ذو قطبين شمالي وجنوبي كان له فرشتين واحدة شمالي والأخرى جنوبي وإذا كان له أربعة أقطاب يكون عدد الفرش أربعة وهكذا .

(ب) ارتباط موضعي بالنسبة لمحور كل من الأقطاب والفرش لتحديد لحام أطراف ملفات عضو الاستنتاج في قطع عضو التوزيع وهو إما أن يكون المحورين متوازيين أى وضع الفرش أمام منتصف القطب ويكون لحام الأطراف في منتصف خطوة الملف وإما أن يكون المحورين متعامدين فيكون اللحام أمام مجرى البداية .

ثانيا : هناك ارتباط بين كل من عدد قطاعات عضو التوزيع وعدد مجارى عضو الاستنتاج لتحديد عدد الموصلات التى يلف بها كل ملف وذلك عن طريق قسمة عدد القطاعات على عدد المجارى فإذا كان عدد القطاعات يساوى عدد المجارى كان الناتج موصل واحد لل ملف وإذا كان عدد القطاعات ضعف عدد المجارى كان الناتج موصلين لل ملف .

ثالثا : الارتباط بين كل من الخطوة القطبية والخطوة الخلفية وسنبين هذا فى طرق اللف .

الحصول على الخطوة القطبية من قسمة عدد مجارى عضو الاستنتاج على عدد الأقطاب .

الحصول على الخطوة الخلفية من قسمة عدد الموصلات الكلية ÷ عدد الأقطاب ويجب أن يكون الناتج فردى العدد .

كما يمكن الحصول على الخطوة الخلفية من (الخطوة القطبية \times عدد موصلات المجرى) + ١ هذا ولكل من الطريقتين السابقتين للخطوة الخلفية استعمال خاص سنبينه فى طرق اللف .

التحضير لعملية اللف

بعد تنظيف عضو الاستنتاج من بقايا اللف القديم واختبار عضو التوزيع للتأكد من سلامته نبدا فى تجهيز الآتى :

- ١ — انسلك اللازم لللف الملفات . ٢ — حامل لبكرة السلك .
- ٣ — الفورمة اللازممة . ٤ — حامل الفورمة .
- ٥ — جهاز آفو أو مصباح اختبار . ٦ — كاوية لحام مناسبة .
- ٧ — مطبر لحام والمصدير . ٨ — مطواه مناسبة .
- ٩ — قطعة شريط قطن . ١٠ — قطعة دوياره مناسبة .

لف الملفات له طريقتين اما لف يدوى واما باستعمال الفورمة :

طريق لف الملفات

اولا : اذا كان اللف يدوى نتبع الآتى :

١ — نبدا بوضع طرف بداية الموصل أو الموصلين حسب ما يجتويه اللف من الموصلات فى أى مجرى من مجارى عضو الاستنتاج ثم نتجه بالسلك الى اليمين بمقدار خطوة الملف العملية ندخل بالموصل فى المجرى ونكمل عدد لفات الملف .

٢ — بعد الانتهاء من لف الملف الاول نبدا ببداية الملف الثانى من مجرى نهاية الملف الأول وحسب خطوة اللف نكمل عدد لفات الملف الثانى .

٣ — بعد الانتهاء من لف الملف الثانى نبدا ببداية الملف الثالث من مجرى نهاية الملف الثانى وحسب الخطوة نكمل عدد لفات الملف وهكذا حتى نكمل اللف .

ثانيا اذا كان اللف باستعمال الفورمة نتبع الآتى :

اسقط جانب البداية للملف الاول ولا تسقط النهاية ثم بداية الثانى والثالث والرابع حتى تصل الى المجرى المفروض اسقاط فيها نهاية الاول واسقط بداية ملف وفوقه نهاية الاول ثم اسقط بداية ملف وفوقه نهاية الثانى وهكذا حتى يكتمل لف عضو الاستنتاج .

نموذج لعملية الملف اليدوي

عضو استنتاج يحتوي على ١٢ مجرى وعند اللامات ١٢ وعدد الأقطاب ٢ قطب .

بيانات الملف

سوف نشرح خطوات تقسيم عضو الاستنتاج لاعادة لفه وفي هذا المثال يمكن أن نقول أن الملف سيلف بسلك واحد وعدد لفات معينة .

أما خطوة الملف العملية فهي :
= عدد مجرى عضو الاستنتاج ÷ الأقطاب

$$= 12 \div 2 = 6 \text{ مجرى}$$

وعلى هذا يكون اسقاط الملفات بالطريقة الآتية :

مجرى بداية الملف مجرى نهاية الملف

الأول : ١ ————— ٦

الثاني : ٦ ————— ١١

الثالث : ١١ ————— ٤

الرابع : ٤ ————— ٩

الخامس : ٩ ————— ٢

السادس : ٢ ————— ٧

السابع : ٧ ————— ١٢

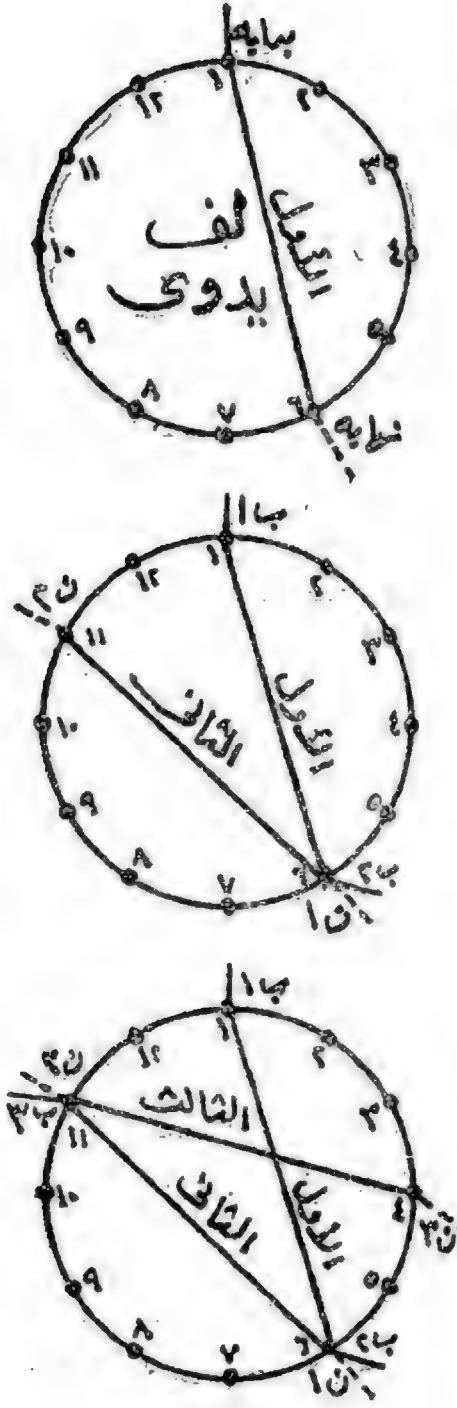
الثامن : ١٢ ————— ٥

التاسع : ٥ ————— ١٠

العاشر : ١٠ ————— ٣

الحادي عشر : ٣ ————— ٨

الثاني عشر : ٨ ————— ١



بعد ان تعرفنا على طرق اسقاط الملفات يجب ان نعرف بأن الأطوال المستقيمة من الموصل والموجودة داخل المجرى تعتبر هى الجزء النعال أما الأجزاء خارج المجرى ما هى الا مكملة للدائرة الكهربائية بين موصلين أحدهما فى مجرى والآخر فى مجرى ثانية والمسافة الموجودة بين الموصلين تسمى بخطوة الموصل وهى غير خطوة الملف — فإذا كان عدد مجارى عضو الاستنتاج يساوى عدد قطاعات عضو التوزيع يكون فى كل مجرى موصلين أحدهما بداية ملف والثانى نهاية أما اذا كان عدد قطاعات عضو التوزيع ضعف عدد المجارى يكون فى كل مجرى أربعة موصلات اثنين بدايات واثنين نهايات ويتصل كل منها مع موصل آخر فى مجرى أخرى ولكى نتعرف على كيفية توصيل كل موصلين مع بعضهما نتبع الآتى :

أولاً : (١) اذا كان عدد القطاعات النحاسية يساوى عدد المجارى يكون كما شرحنا سابقا عدد الموصلات فى المجرى بداية ونهاية وتأخذ البداية رقم فردى والنهاية رقم زوجى وعلى هذا تكون المجرى الأولى البداية رقم (١) والنهاية رقم (٢) والمجرى الثانية التى تلى الأولى فى اتجاه عقرب الساعة البداية رقم (٣) والنهاية رقم (٤) وهكذا فى باقى المجارى .

(ب) اذا كانت عدد القطاعات النحاسية ضعف عدد المجارى يكون عدد الموصلات فى المجرى أربعة على هذا الترتيب بداية رقم (١) ونهاية رقم (٢) وبداية رقم (٣) ونهاية رقم (٤) والمجرى التى تليها بداية رقم (٥) ونهاية رقم (٦) وبداية رقم (٧) ونهاية رقم (٨) وهكذا .

ثانياً : احسب خطوة الموصل الخلفية على أساس ضرب عدد الموصلات الموجودة فى المجرى الواحدة فى عدد مجارى عضو الاستنتاج ثم اقسم الناتج على عدد الأقطاب مع مراعاة ان يكون الناتج فردى العدد فإذا كان ناتج القسمة رقم زوجى عليك اما اضافة واحد أو طرح واحد من الرقم الزوجى ليصبح فردى واختيار الاضافة أو الطرح يكون على أساس الاصلح فيهما بالنسبة لوضع كل موصل تحت القطب أى يكون وضع الموصل البداية بالنسبة للقطب الشمالى متماثلاً مع الموصل النهاية بالنسبة لوضعه تحت القطب الجنوبى .

ثالثاً : لكل عضو استنتاج بالنسبة لعدد موصلاته الكلية وعدد أقطابه وإذا كان انطباقى أو تموجى نجد له جدول خاص لموصلاته بين الخطوة الأمامية والخطوة الخلفية .

بيان الخطوة القطبية والخلفية والامامية

١ — الخطوة القطبية هي الخطوة العملية وتحدد خطوة الملف من حيث رقم مجرى البداية ومجرى النهاية .

٢ — الخطوة الخلفية هي الخطوة النظرية التي تساعد على رسم افراد لف عضو الاستنتاج باعتبار الملف لفه واحده وعن طريقها يحدد رقم نهاية كل بداية .

٣ — الخطوة الامامية هي التي تحدد لحام اطراف النهايات مع البدايات في قطاعات عضو التوزيع .

هنا يمكن القول انه لا غنى في الناحية العملية والنظرية عن كل من الخطوة القطبية والخلفية لارتباط الاثنين من حيث القيمة كما كل منهما تعدل الأخرى في الحالات الآتية :

هناك حالات تكون فيها الخطوة القطبية بها كسر مثل اذا كان عدد المجارى ١٤ مجرى والأقطاب ٤ قطبتكون الخطوة القطبية فى هذه الحالة $= 14 \div 4 = 3 \frac{1}{2}$ وهذا الناتج يجب تعديله الى رقم صحيح فنجد الذى يعدله الى ٣ او ٤ هو الخطوة الخلفية بالقانون الآتى :

الخطوة الخلفية = (الرقم الصحيح للقطبية \times عدد موصلات المجرى) + ١ وهناك حالات تكون فيها الخطوة الخلفية زوجية العدد مثل ١٠ او ١٢ او ١٤ فهذا الناتج الزوجى يجب تعديله الى رقم فردى بزائد واحد او ناقص فمتى يكون الزائد ومتى يكون الناقص .

(ا) اذا كان الملف ملفوف من سلك واحد تحسب الخطوة الخلفية على اساس : عدد الموصلات الكلية \div عدد الأقطاب فاذا كان الناتج زوجى تحسب بناقص واحد .

(ب) اذا كان الملف ملفوف بأكثر من سلك تحسب الخطوة الخلفية على اساس : عدد الموصلات الكلية \div عدد الأقطاب فاذا كان الناتج زوجى تحسب بزائد واحد او عن طريق (الخطوة القطبية الصحيحة \times عدد موصلات المجرى) + ١ .

كما أن هناك حالات التى تحسب فيها الخطوة الخلفية على اساس + ١ تعدل معها الخطوة القطبية بزائد واحد أيضا والسبب فى تعديل الخطوة

انقطبية رغم أنها سليمة هو ضبط وضع جانبي الملف تحت كل من القطب الجنوبي والقطب الشمالي وسنبين هذه الأوضاع في الأمثلة الآتية :

مثال ١

عضو الاستنتاج يحتوى على ٨ مجرى ٨ ، قطعة عضو توزيع ٤ ، قطب وضع الفرش موازى لمحور الأقطاب .

التقسيم

١ — عدد موصلات لف الملف

= عدد القطاعات ÷ عدد الجارى

$$= ٨ ÷ ٨ = ١ \text{ موصل}$$

٢ — عدد الموصلات فى المجرى

= عدد موصلات الملف × جانبين

$$= ١ × ٢ = ٢ \text{ موصل}$$

٣ — عدد الموصلات فى جميع الجارى

= عدد موصلات المجرى × عدد الجارى

$$= ٢ × ٨ = ١٦ \text{ موصل}$$

٤ — الخطوة القطبية او العملية

= عدد الجارى ÷ عدد الأقطاب

$$= ٨ ÷ ٢ = ٤$$

٥ — الخطوة الخلفية

= عدد الموصلات الكلية ÷ عدد الأقطاب

$$= ١٦ ÷ ٢ = ٨ \text{ تحول الى فردية ٧ او ٩}$$

لو اعطينا البداية رقم فردى والنهاية رقم زوجى ٢ — ٤ — ٦ — ٨

وحيث أن الخطوة القطبية ٤ تكون النهاية الموجودة بها رقم ٨ هى

الخاصة بالبداية رقم ١ وعلى هذا تعدل الخلفية الى ٧

٦ — الخطوة الأمامية

= الخطوة الخلفية — ٢ والناتج بالنقص

$$= ٧ - ٢ = ٥$$

وعلى هذا يعمل الجدول على اساس الخلفية + ٧ وامامية — ٥

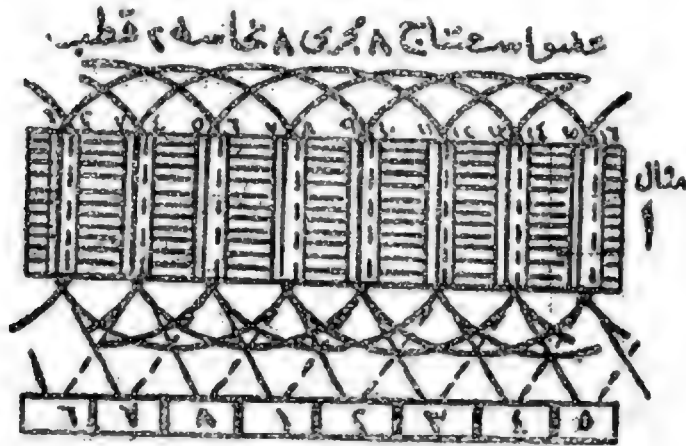
واللحام انطباقى منتصف الخطوة .

الجدول

٥ —		٧ +	
الامامية		الخلفية	
٣	٨	٨	١
٥	١٠	١٠	٣
٧	١٢	١٢	٥
٩	١٤	١٤	٧
١١	١٦	١٦	٩
١٣	٢	٢	١١
١٥	٤	٤	١٣
١	٦	٦	١٥

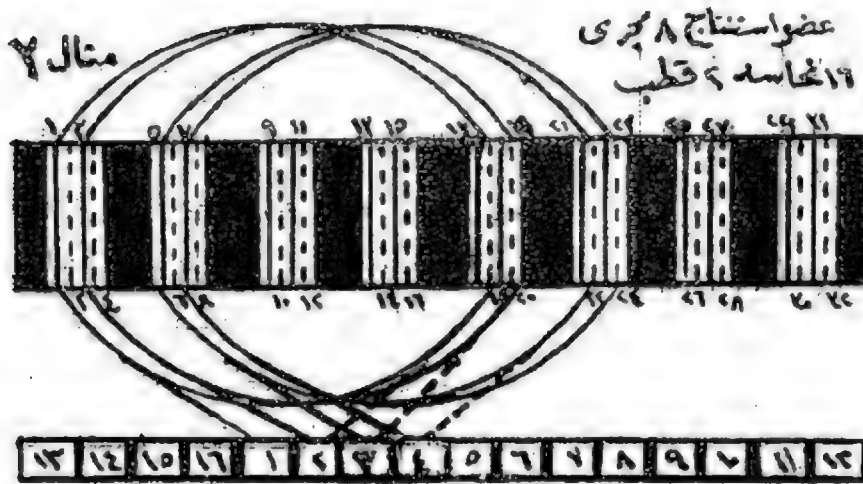
محرك عضو استنتاجه ٨ مجرى وعضو التوزيع ٨ قطعة

٢ قطب



محرك عضو استنتاجه ٨ مجرى وعضو التوزيع ١٦ قطعة

٢ قطب



مثال ٢

عضو استنتاج يحتوى على ٨ مجرى ، ١٦ قطعة عضو توزيع ،
٢ قطب ومحاور الفرش والأقطاب موازية .

التقسيم

١ — عدد موصلات لف الملف

$$= 16 \div 8 = 2 \text{ موصل}$$

٢ — عدد موصلات كل مجرى

$$= 2 \times 2 = 4 \text{ موصل}$$

٣ — عدد الموصلات الكلية

$$= 4 \times 8 = 32 \text{ موصل}$$

٤ — الخطوة القطبية

$$= 2 \div 8 = 4$$

٥ — الخطوة الخلفية

$$= 32 \div 2 = 16 \text{ تعدل الى نردى}$$

$$15, 17 \text{ — الخطوة الخلفية}$$

$$= (\text{الخطوة القطبية} \times \text{موصلات المجرى}) + 1$$

$$17 = 1 + (4 \times 4)$$

ملحوظة : بالنسبة للخطوة التطبية نجد

أن النهاية الثانية فى المجرى رقم ٤ هى رقم

١٦ وخاصة بالبداية رقم ١ اما البداية

رقم ٣ وهى الموجودة مع رقم ١ فى نفس

المجرى نجد نهايتها رقم ١٨ وموجودة فى

المجرى رقم ٥ وهذا وضع خطأ لا ينفذ

ويجب عليه تعديل الخطوة القطبية بحيث

تتفق مع الخطوة الخلفية فتصبح ٥ بدلا

من ٤ وتعديل الخلفية ١٦ بزائد واحد فتصبح

١٧ وهنا يكون القانون الثانى للخلفية هو

الأصح .

٦ — الخطوة امامية

$$= \text{الخلفية} - 2 = 17 - 2 = 15$$

وعلى هذا يكون الجدول الخلفية + ١٧ والامامية — ١٥

الامامية		الخلفية	
٣	١٨	١٨	١
٥	٢٠	٢٠	٣
٧	٢٢	٢٢	٥
٩	٢٤	٢٤	٧
١١	٢٦	٢٦	٩
١٣	٢٨	٢٨	١١
١٥	٣٠	٣٠	١٣
١٧	٣٢	٣٢	١٥
١٩	٢	٢	١٧
٢١	٤	٤	١٩
٢٣	٦	٦	٢١
٢٥	٨	٨	٢٣
٢٧	١٠	١٠	٢٥
٢٩	١٢	١٢	٢٧
٣١	١٤	١٤	٢٩
١	١٦	١٦	٣١

مثال ٣

محرك تيار مستمر محرك ميلينكس فرنسي عدد المجارى ١٠ مجرى
وعدد اللامات ١٠ لامة لعضو التوزيع وعدد لفات كل ملف ١٦٧ لفة من
سلك قطر ١.٥ مم خطوة الملف ١ — ٥ .

التقسيم

١ — عدد موصلات لف الملف = $10 \div 10 = 1$ موصل

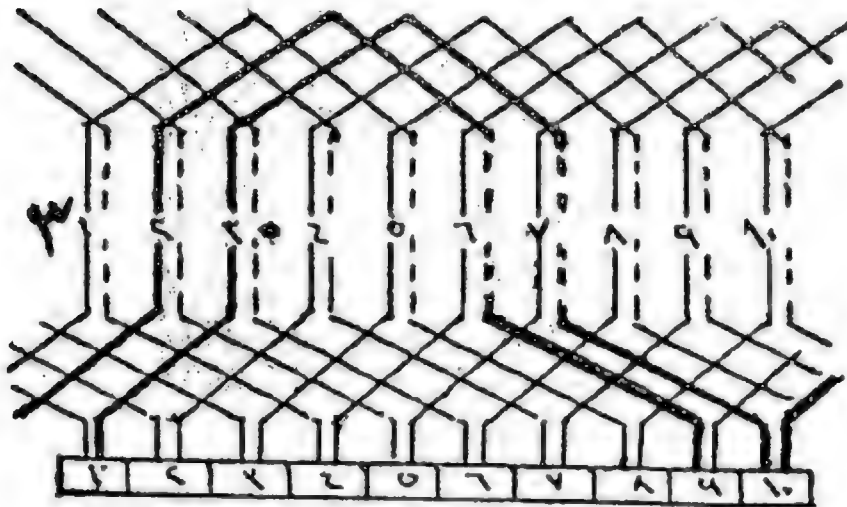
٢ — عدد الموصدات في المجرى = $2 \times 1 = 2$ موصل

٣ — عدد الموصلات لكل المجارى = $2 \times 10 = 20$ موصل .

٤ — الخطوة القطبية = $10 \div 2 = 5$

٥ — الخطوة الخلفية = $20 \div 2 = 10$ تعدل الى ٩ حيث أن المجرى
رقم ٥ حسب الخطوة القطبية بها النهاية رقم ١٠ وهى الخاصة
بالبداية رقم ١

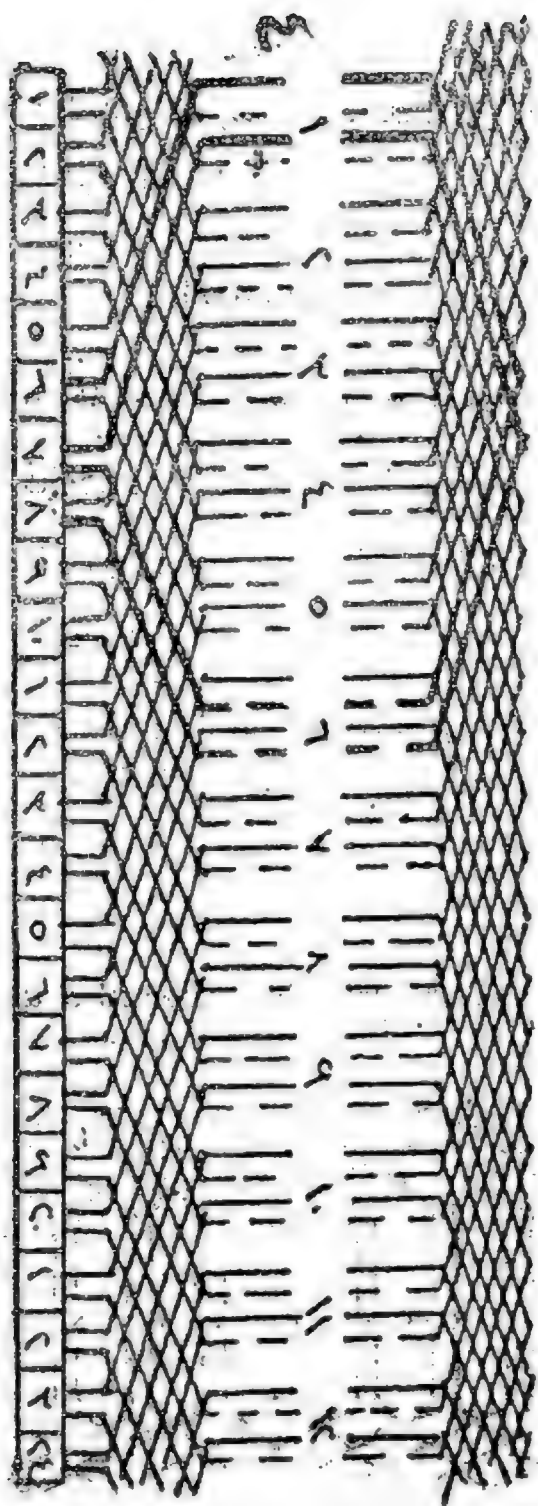
انفراد لف عضو الاستنتاج السابق



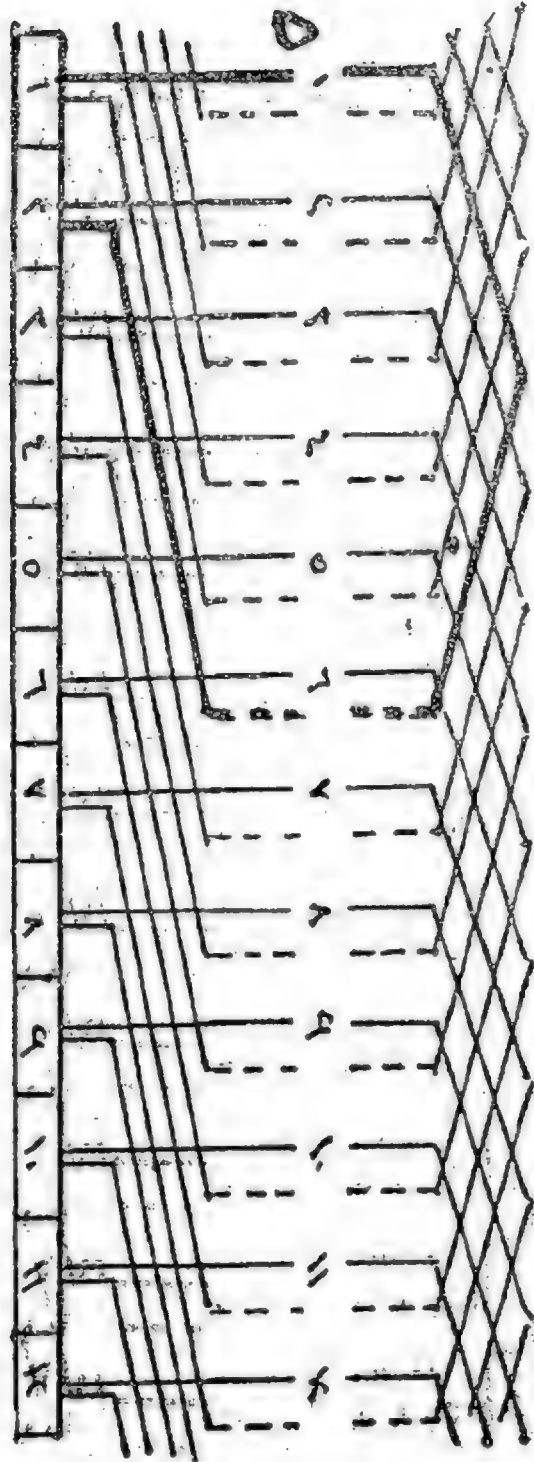
لحام منتصف الخطوة مرحل الى الخلف شمال

انفرادات لف بعض أعضاء الاستنتاج

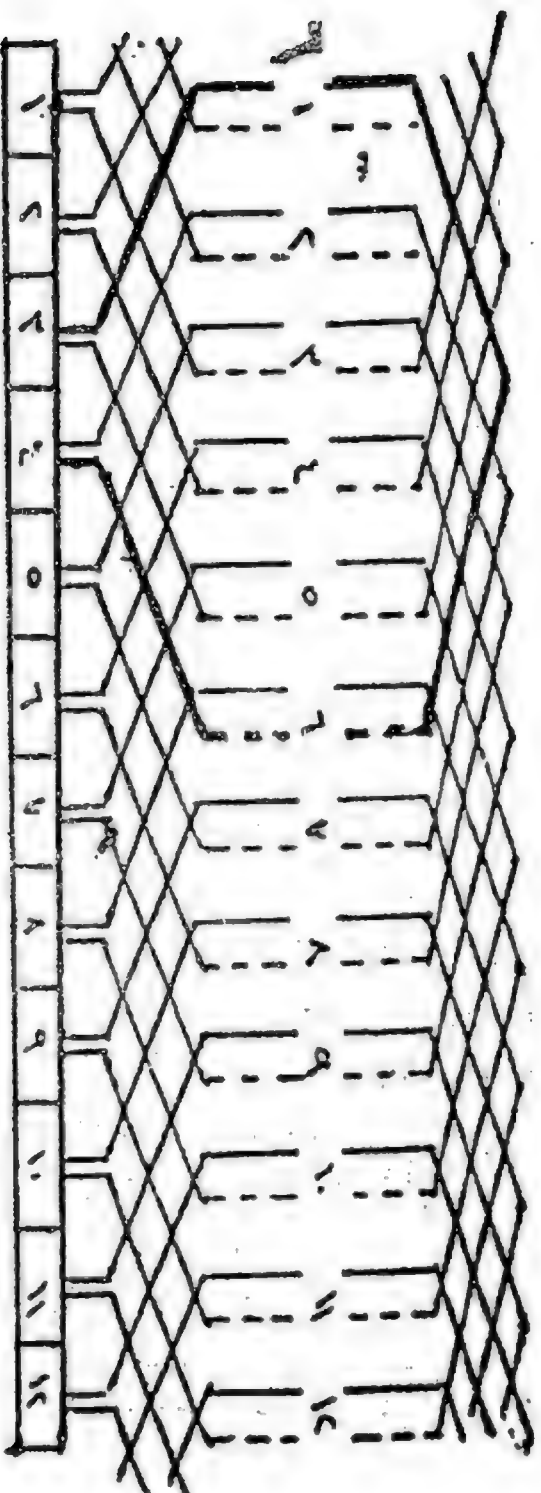
انفرادات عضو استنتاج ١٢ مجرى ٢٤ لويه ٢ قطب حصار انطباقى منتصف الخناصرة الملك ٢ سلك بخناصرة
(١.٦.٠)



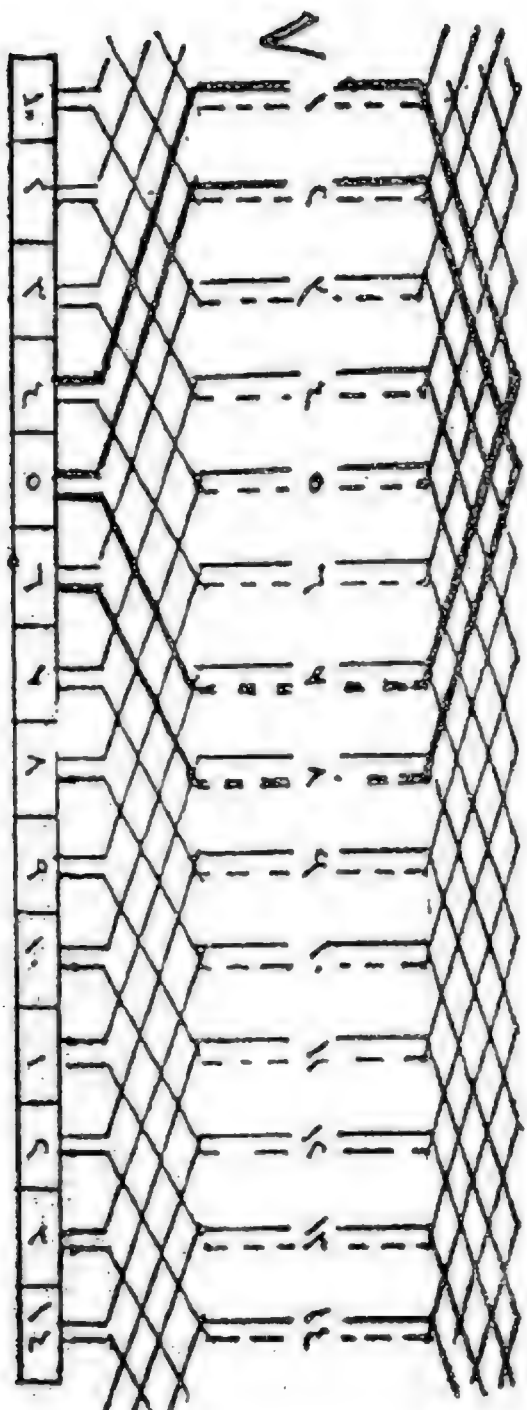
عضو استنتاج ١٢ مجرى ١٢ لآبه ٢ تطيب لحمام انطباقية
امام المجرى الملك سلك واحد بخطوة (١ — ٦)



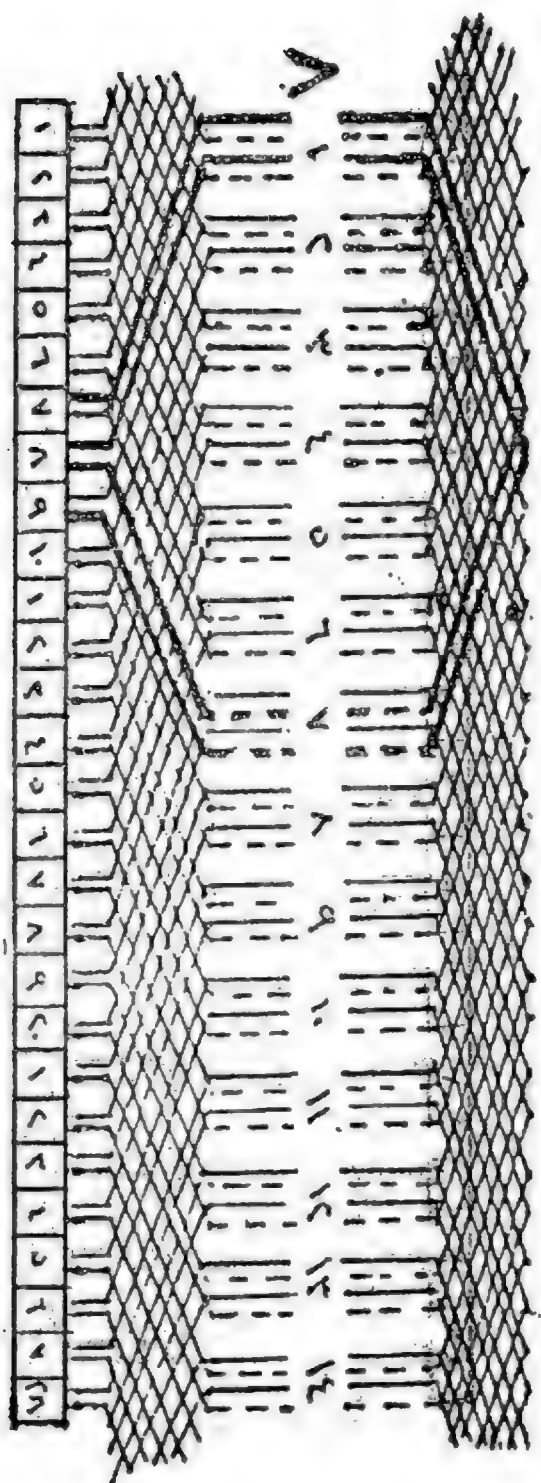
انفراد لف عضو استنتاج ١٢ مجرى ١٢ لاسه ٢ تطيب لحام انطباقى
 فى منتصف الخطوة خطوة الف ١ - ٦ الف سلك واحد



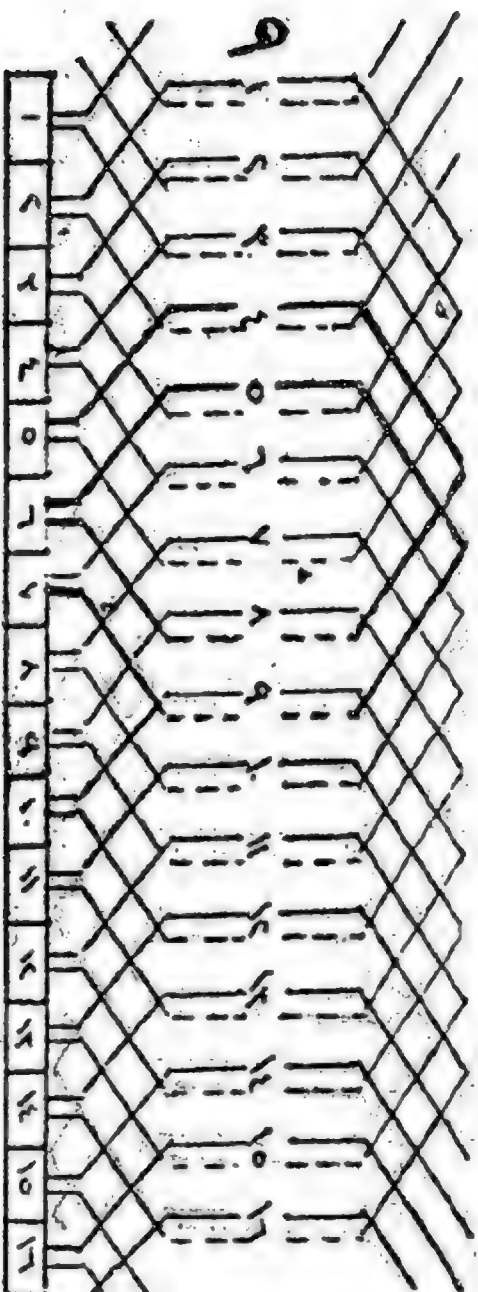
انفراد لف عضو استنتاج ١٤ مجرى ١٤ لاه ٢ قطب لحام انطباق
منتصف الخطوة الفف سلك واحد بخطوة (١ - ٧)



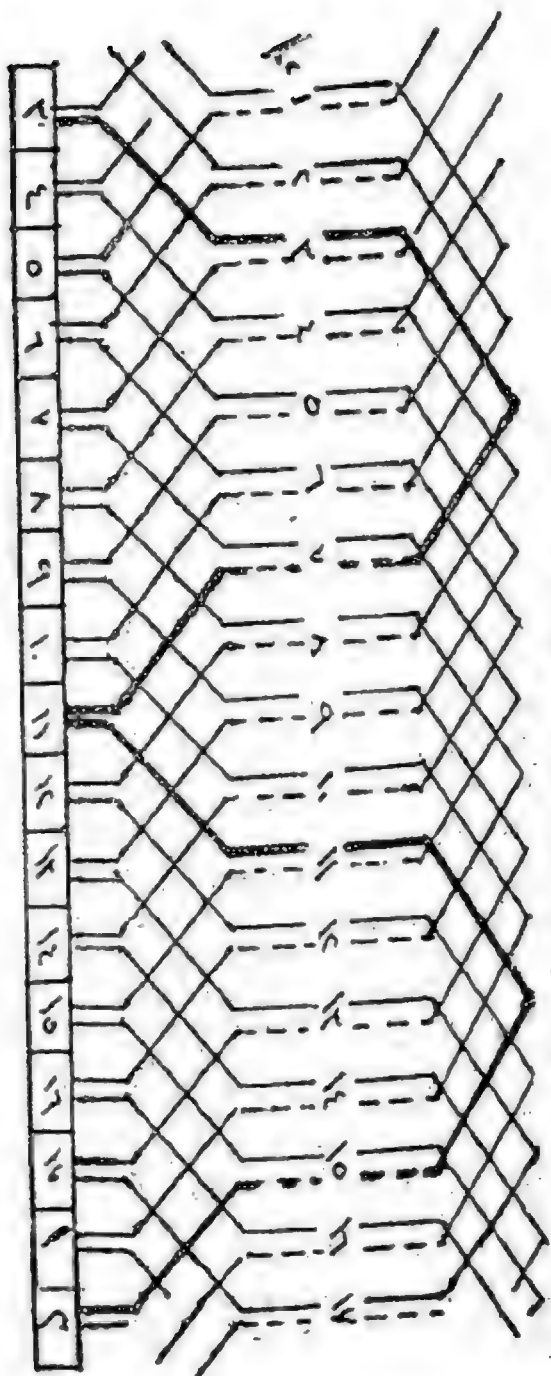
انفراد لف عفسو استنتاج ١٨ اجري ٢٨ لاهه لمسام انطباقى
 منتصف الخطرة الف ٢ ساك بخطوة (١ - ٧)



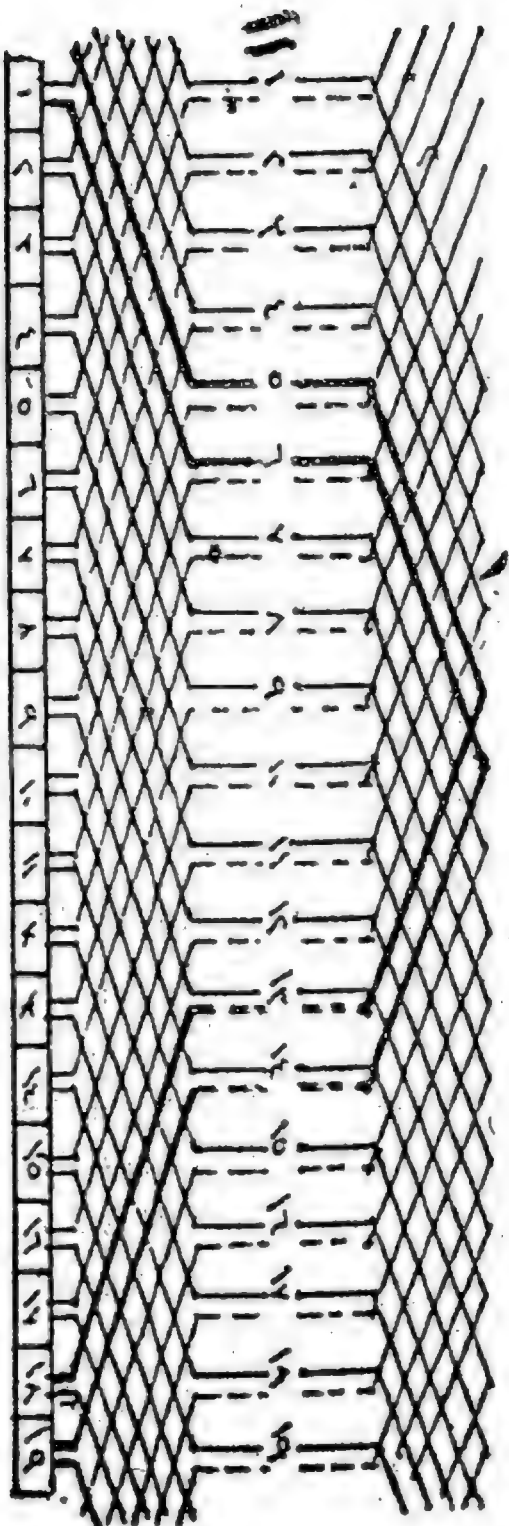
انفراد لف عضو استنتاج ١٦ مجرى ١٦ لآمه لحام انطباقى
 منقسم الخطوة الف سلك واحد بخطوة (١ - ٥) قطب



افراد لف عضو استنتاج ۱۷ مجری ۱۷ لامه ۲ قطب
لحام تموجی الف سلك واحد بخطوة (۱ - ۵)



انفراد لف عضو استنتاج ١٩ مجرى ١٩ لاهه
 الملف سلك واحد بخطوة (١ - ٩) خاص بمحرك ميلينكس
 فرغى عدد لفات الملف ٥٢ لفة قطر السلك ٣.٠ مم



لحام انطباقى منتصف الخطوة البداية والنهاية مرحلة الى الخلف شمبال

العلاقة بين عدد الأقطاب وعدد الفرش في الانطباقى والتموجى

في حالة الانطباقى نجد أن عدد الفرش ثابت لا يتغير إلا إذا تغير عدد الأقطاب وعلى هذا نجد أن عدد الفرش دائما يساوى عدد الأقطاب .
فإذا كان عدد اقطاب مثلا أربعة نجد أن عدد الفرش هو أيضا أربعة .
وحيث أن ملفات عضو الاستنتاج قسمت كهربيا حسب عدد اقطاب فائدة نجد في هذا المثال أن ربع الملفات محصورة بين فرشتين متماثلتين الأمر الذى يترتب عليه تواجد أربعة دوائر توازى .

ولكن في حالة التموجى نجد الوضع يختلف فإذا كان عدد الأقطاب أربعة كالمثال السابق فإن عدد الفرش لا يخضع لهذا العدد حيث أنه يمكن جعل عدد الفرش أربعة فى بعض الحالات ولكن من الشرح الخاص بالتموجى تعرفنا على عدد دوائر التوازى فى التموجى لا يتغير عن اثنين مهما تغير عدد الأقطاب وفى هذه الحالة يمكن الاستغناء عن فرشتين من الأربعة والاكتفاء بفرشتين فقط ويمكن تطبيق هذا على أى عدد من الأقطاب .

هنا يمكن القول بالتعريف الآتى :

في حالة الانطباقى الوضع ثابت وتساوى عدد الأقطاب مع عدد الفرش مع عدد دوائر التوازى .

أما في حالة التموجى الوضع فيه اختيار بالنسبة لعدد الفرش وعدد الأقطاب حيث يمكن جعل عدد الفرش يساوى عدد الأقطاب وأما أن نجعل عدد الفرش اثنين فقط مهما كان عدد الأقطاب ولكن الثابت الذى لا يتغير هو عدد دوائر التوازى فهو دائرتين دائما لا تتغير بتغير عدد اقطاب .

عندما يعدل عدد الفرش فى التموجى الى فرشتين فقط نجد هذا الوضع من الناحية العملية أن تتحمل كل فرشة من الاثنين شدة تيار الآلة بالكامل الأمر الذى يترتب عليه تغير حجم الفرشة الى أكبر كى تتحمل هذه الشدة من التيار وتقاسب مع عضو التوحيد .

وعندما نستعمل الفرش بعددها الأصلى نجد أن شدة التيار توزع بين الفرش المتماثلة فتقل شدة التيار الواقعة على كل فرشة وهنا يكون حجم الفرشة أصغر وهذه الحالة نجدها تستعمل فى المولدات الكبيرة القدرة حيث نجد أن عدد الفرش يساوى عدد الأقطاب .

مقارنة بين الانطباقى والتموجى

- ١ — فى الانطباقى : نحصل على (ق.د.ك) منخفضة وشدة تيار عالية .
- فى التموجى : نحصل على (ق.د.ك) عالية وشدة تيار منخفضة .
- ٢ — فى الانطباقى : عدد دوائر التوازى تساوى عدد الأقطاب .
- فى التموجى : عدد دوائر التوازى اثنين فقط مهما كان عدد الأقطاب .
- ٣ — فى الانطباقى : لحام اطراف الموصلات له وضعين اما امام المجرى او فى منتصف الخطوة حسب وضع الفرش بالنسبة لمحور الأقطاب .
- فى التموجى : لحام اطراف الموصلات له وضع واحد وهو الاتجاه بطرف البداية الى جهة اليسار بمقدار نصف خطوة الملف العملية والاتجاه بطرف النهاية جهة اليمين بمقدار نصف خطوة الملف العملية ومع الالتزام بالخطوة الامامية الموجودة فى الجدول .
- ٤ — يستعمل الجدول سواء فى الانطباقى والتموجى لتحديد خطوة الموصل الخلفية والامامية فى شرح رسم الانفراد الخاص بعملية الملف مع مراعاة ان تكون الخطوة فردية .
- ٥ — تستعمل الخطوة العملية للملف فى التنفيذ العملى لتحديد المجرىين الخاصيتين بجانبى الملف مع العلم بأن مقدار هذه الخطوة اما ان يكون فردى واما ان يكون زوجى كما شرحنا سابقا .
- ٦ — فى الانطباقى الخطوة الخلفية بالزائد والامامية ناقص .
- فى التموجى كل من الامامية والخليفة بالزائد .

محركات التيار المستمر

تنقسم انواع محركات التيار المستمر بالنسبة لنوعية توصيل ملفات التنبيه فى المحرك مع المنتج فهى اما ان تكون بالتوالى او بالتوازى او بجمع المحرك بين ملفات التوالى والتوازى .

محرك التوالى : فى هذا المحرك تكون ملفات التنبيه متصلة مع المنتج بالتوالى وتتكون من سلك ذو مقطع كبير وعدد لفات قليلة — ويعتبر هذا المحرك من النوع المتغير السرعة حيث تقل بزيادة الحمل الواقع عليه وتزداد بنقصانه ، لذا يلزم عدم تشغيله بدون حمل حتى لا يدور بسرعة عالية كما أن عزم دورانه عند الابتداء يكون كبير وبذلك يمكن القيام بالحمل عند دورانه وهو يستعمل فى الاوناش والآلات الجر والقاطرات ويمكن التحكم فى سرعته بوضع مقاومة بالتوازى مع ملفات التنبيه .

محرك التوازي : في هذا المحرك تكون ملفات التنبيه متصلة مع المنتج بالتوازي وتتكون من سلك ذو مقطع صغير وعدد لفات كثيرة — يعتبر هذا المحرك ثابت السرعة مهما تغير الحمل وعزم دورانه يزداد بزيادة الحمل ولكن عند بدء الحركة يكون عزمه صغير لذا يستعمل في الأغراض التي لا يقوم فيها المحرك بالحمل والتي تحتاج الى سرعة ثابتة ويمكن التحكم في سرعته بتوصيل مقاومة بالتوالي مع ملفات التنبيه بحيث تتحكم في الفيض المغناطيسي الخاص بالإقطاب .

هذا ويمكن عكس اتجاه دوران النوعين السابقين وذلك عن طريق عكس اتجاه سير التيار اما في المنتج أو في ملفات التنبيه .

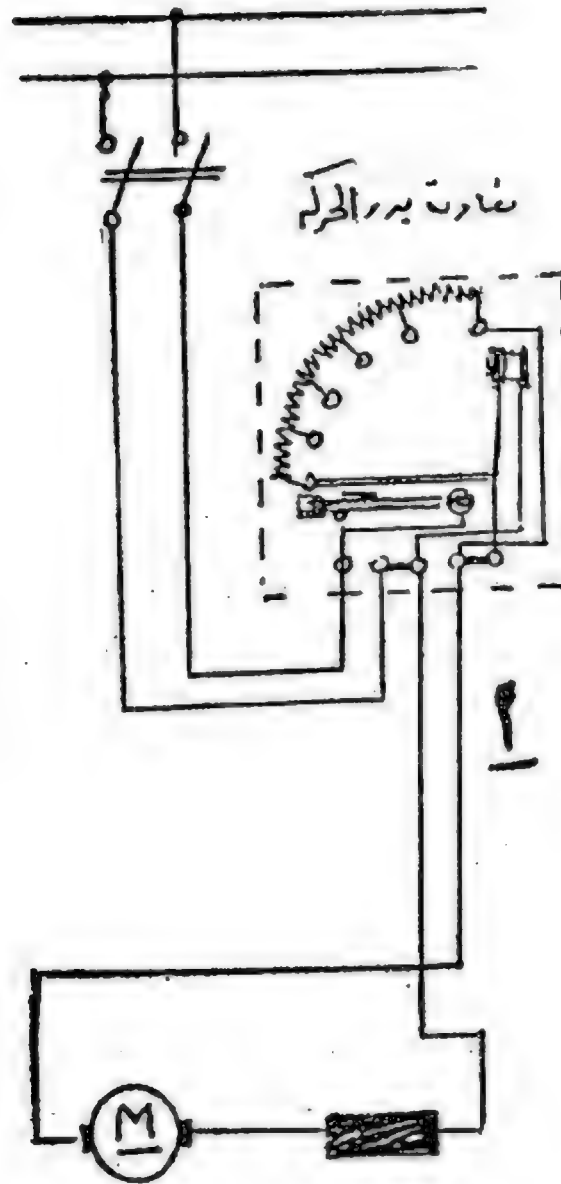
المحرك المركب : ينقسم المحرك المركب الى نوعين محرك مركب طويل ومحرك مركب قصير كلاهما نقسم الى اما مركب اضافي أو مركب فرقى ونظرا لاحتواء هذا النوع من المحركات على نوعين من ملفات التنبيه حيث نجد ملفات تنبيه تتصل بالتوازي مع المنتج وملفات أخرى تتصل بالتوالي مع المنتج لذا سمي بالمحرك المركب — اما من حيث مركب اضافي ومركب فرقى سواء في المركب الطويل أو القصير يرجع هذا الى سير التيار في ملفات التوالي حيث نجد الآتى :

(أ) **محرك مركب اضافي :** في هذا النوع تكون مغناطيسية ملفات التوالي تساعد ملفات التوازي أي سير التيار في كل من ملفات التوازي والتوالي واحد .

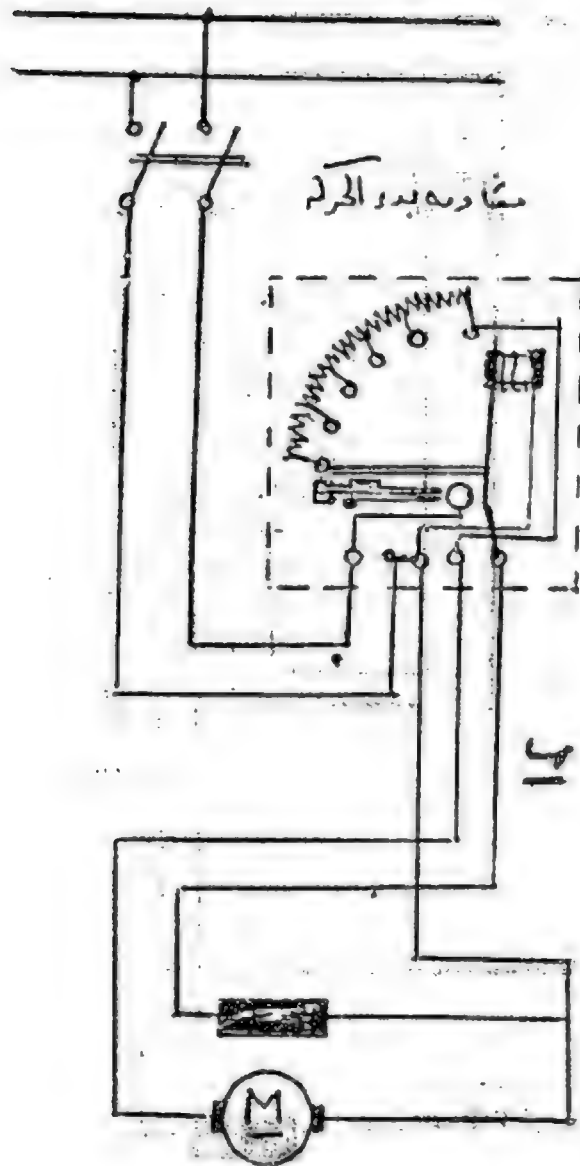
(ب) **محرك مركب فوقى :** في هذا النوع تكون فيه مغناطيسية ملفات التوالي تعاكس مغناطيسية ملفات التوازي وتكون الاستفادة بالفرق بينهما لأن سير التيار يكون في ملفات التوالي عكس اتجاه سير التيار في ملفات التوازي .

ملاحظة : المحرك الفرقى تزداد سرعته بزيادة الحمل لأن تيار الحمل في ملفات التوالي يضاد المجال الرئيسي لذا نجد اسرعه عمله قليل اما المحرك الإضافي له خواص محرك التوازي ويستعمل بكثرة .

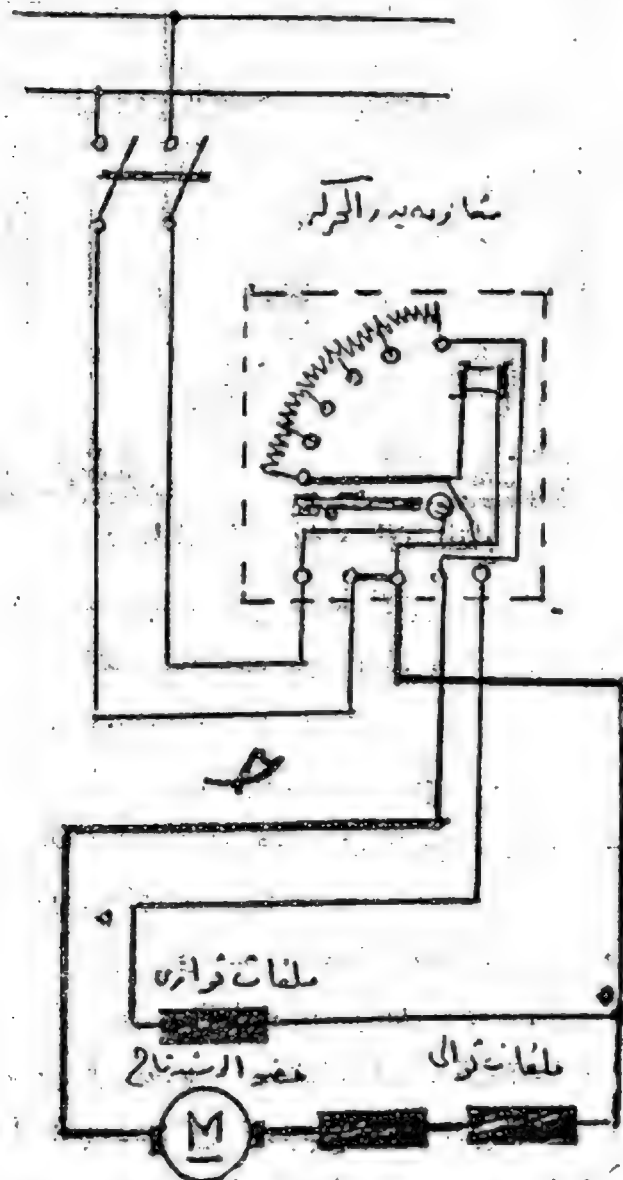
دائرة محرك توالى مع بدء الحركة



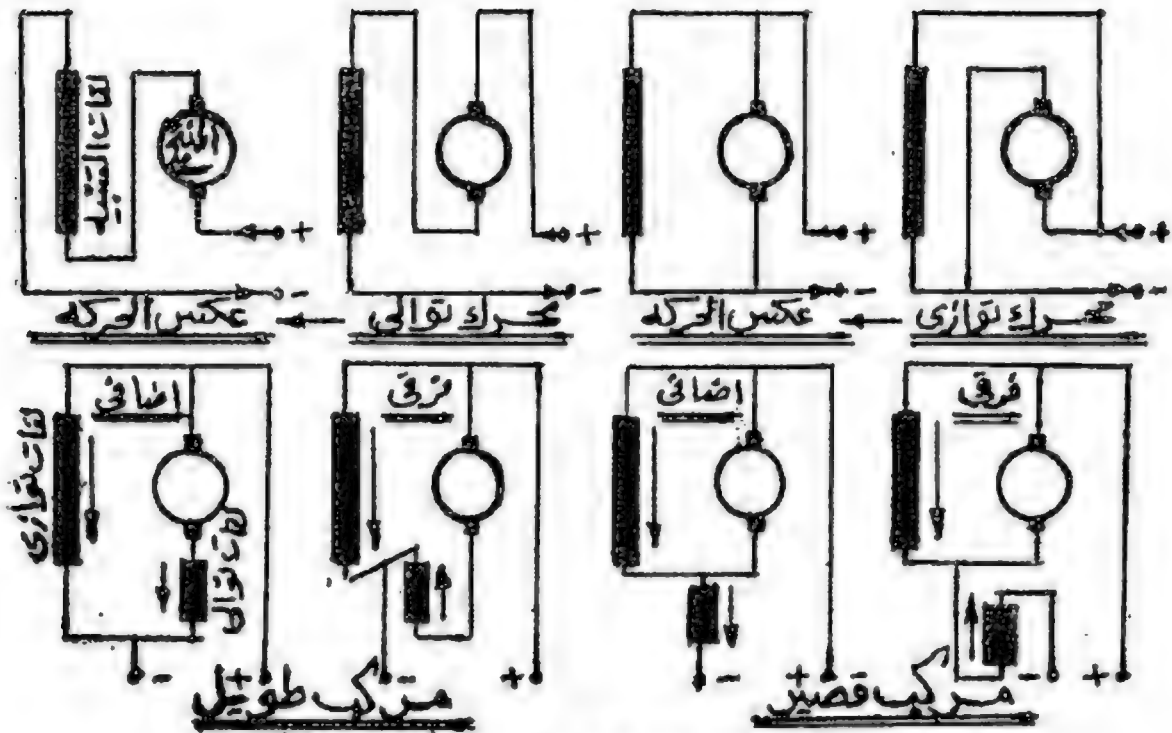
دائرة محرك توازي مع بدء الحركة



دائرة محرك مركب مع بدء الحركة



محركات التيار المستمر



حسابات لف عضو الاستنتاج

تتوقف هذه الحسابات على قيمة الآتي :

- ١ — قيمة الضغط المطلوب أخذه من المولد ويرمز له (ض) .
- ٢ — عدد الأقطاب ويرمز له (ق) .
- ٣ — قيمة المجال المغناطيسي ويرمز له (خ) .
- ٤ — عدد الموصلات الكلية الموجودة في جميع المجارى الخاص بعضو الاستنتاج ويرمز لها (س) .
- ٥ — قيمة سرعة الدوران في الدقيقة ولكن عند استعمال هذه القيمة نأخذها على أساس قيمتها في الثانية ويرمز له (ع) .
- ٦ — عدد الدوائر في عضو الاستنتاج المتصلة بالتوازي وهي كما شرحنا سابقا دائرتين فقط في التمرجى فهما كان عدد الأقطاب وفي حالة الانطباق تتساوى دوائر التوازي مع عدد الأقطاب ويرمز له لعدد دوائر التوازي (و) .

لاحظ أن قيمة المجال المغناطيسي من حيث زيادته أو نقصه وكذلك قيمة سرعة الآلة التي تدوير المولد من حيث زيادتها أو نقصانها كل من الاثنين له التأثير الأساسى على قيمة القوة الدافعة الكهربائية المنتجة .

من البيانات السابقة يمكن حساب قيمة (ق.د.ك) المستنتجة في عضو الاستنتاج على أساس تركيب القانون الآتى :

$$\text{ض} = \frac{\text{ق} \times \text{خ} \times \text{س} \times \text{ع}}{٦٠ \times ٨١٠} = \text{فولت}$$

تعتبر تركيبة هذا القانون للحصول على قيمة (ض) هى واحدة من تركيبات أخرى يستعمل فيها نفس الرموز السابقة .

هذا ويمكن حساب (ض) أيضا على النحو التالى فى الانطباقى

$$\text{خ} \times \text{ع ثمانية} \times \text{س} \times ١٠ =$$

أما فى التمجى = عدد أزواج الأقطاب \times خ \times ع ثمانية \times س \times ١٠

ولكى نحصل على عدد الأسلاك الكلية فى القانون السابق نعلم أن كل مجرى من مجارى عضو الاستنتاج يوجد بها جانبى ملف فاذا كان جانب الملف عبارة عن ١٥ لفه يكون فى المجرى ٣٠ سلك واذا كان عدد المجرى مثلا ١٢ مجرى يكون عدد الأسلاك هو حاصل ضرب عدد الأسلاك فى المجرى فى عدد المجرى = $١٢ \times ٣٠ = ٣٦٠$ سلكا .

ملاحظة : فى حالة الانطباقى نظرا لقسمة عدد الأقطاب على عدد دوائر التوازى وهما متساويان والناتج واحد صحيح نجد فى قانون (ض) فى الانطباقى لم يضع غذا فى الاعتبار فى حالة التمجى نظرا لأن عدد الدوائر التوازى دائما اثنين نجد فى قانون (ض) تمجى تقسم عدد الأقطاب (ق) على (و) وهى عدد دوائر التوازى ويقال عنها فى بعض الأحوال عدد أزواج الأقطاب نظرا لقسمة عدد الأقطاب على اثنين .

مثال

مولد يراد معرفة قيمة ضغطه فى حالة التمجى والانطباقى اذا كان مقدار الفيض المغناطيسى ٦٠٠٠٠ خط وعدد الأقطاب ٤ وسرعة دورانه ١٠٠٠ لفة/دقيقة وعدد مجارى عضو الاستنتاج ١٢ مجرى وعدد قطاعات عضو التوحيد ١٢ قطعة وعدد لفات الملف الواحد ٢٥ لفه

الحل

نظراً لأن عدد المجرى = عدد قطاعات التوحيد إذن عدد الملفات يكون

١٢ ملف .

عدد الأسلاك في المجرى = ٢٥ لفة وتعتبر جانب واحد ونظرا لتواجد جانبيين في المجرى اذن يكون العدد لأسلاك المجرى الواحد (٥٠ سلك) .
 ∴ عدد الموصلات الكلية = ١٢ مجرى × ٥٠ سلك = ٦٠٠ سلك

$$\therefore \text{الضغط في حالة التمازجى} = \text{خ} \times \frac{\text{ق}}{\text{و}} \times \frac{\text{ع}}{\text{س}} \times ١٠ \text{ فولت}$$

$$= ٦٠٠٠ \times \frac{٤}{٢} \times \frac{١٠٠٠}{٦٠} \times ١٠ \text{ فولت} = ١٢ \text{ فولت}$$

$$\text{الضغط في حالة الانطباقى} = ٦٠٠٠ \times \frac{٤}{٤} \times \frac{١٠٠٠}{٦٠} \times ١٠ = ١٠٠٠ \text{ فولت}$$

$$= ٦ \text{ فولت}$$

حساب عزم الدوران في المحرك

ان العزم الناتج من أى عضو استنتاج يمكن حسابه من التدقيق للقطب الواحد و تيار عضو الاستنتاج حيث نجد أن القوة الدافعة الكهربائية المتولدة في موصلات المحرك تعاكس التيار ولذا سميت بالقوة الدافعة العكسية .

- ١ — ق.د.ك = القوة الدافعة الكهربائية .
- ٢ — ض = غرق الجهد على طرفي المحرك .
- ٣ — م = مقاومة عضو الاستنتاج .
- ٤ — ش = التيار الكلى لعضو الاستنتاج .

من هذا ينتج عندنا الآتى :

$$\text{ش} = \frac{\text{ق.د.ك}}{\text{م}}$$

$$\text{ض} = \text{ق.د.ك العكسية}$$

$$\text{أو ض} = \text{ق.د.ك العكسية} + \text{م} \times \text{ش}$$

$$\text{والقدرة الكلية المعطاة لعضو الاستنتاج} = \text{ض} \times \text{ش}$$

$$= (\text{ق.د.ك العكسية} \times \text{ش}) + (\text{م} \times \text{ش}^2)$$

ويلاحظ في المعادلة السابقة أن الطرف الثانى من الحد الثانى عبارة عن القدرة المفقودة في عضو الاستنتاج وهو (م ش) والطرف الأول من نفس الحد يعطى القدرة الباقية وهى التى تتحول الى قدرة ميكانيكية .

∴ القدرة الميكانيكية = ق.د.ك. العكسية × ش. ١ .

وإذا كانت ع = عزم الدوران بالرطل قدم .

وإذا كانت ن = عدد اللفات للدوران في الثانية

تكون القدرة الميكانيكية = ٢ ط × ع × ن = قدم رطل ثانية

$$\frac{22}{7} = \text{ولما كان الحصان} = ٥٥٠ \text{ رطل ثانية} = ٧٤٦ \text{ وات} ، ط = \frac{22}{7}$$

$$\therefore \text{تكون القدرة الميكانيكية} = \frac{٢ \text{ طن}}{٥٥٠} \times ع = \text{حصان}$$

$$\text{أو} = \frac{٧٤٦}{٥٥٠} \times ٢ \text{ طن} ع = \text{وات}$$

$$\therefore \text{ع أى عزم الدوران} = \frac{\text{ق.د.ك. العكسية} \times \text{ش. ١}}{٨٥٢ \times ن}$$

$$= \frac{١٧٤ \text{ ار.} \times \text{ق.د.ك.} \times \text{ش. ١}}{٨٥٢ \times ن}$$

لاحظ أن (١٧٤ ار.) هى ناتج ضرب البسيط فى ١٠٠ ، ضرب
 ٨٥٢×١٠٠
 وحيث أن معادلة الضغط (ض) = عدد الموصلات × السرعة × ثانية ×
 عدد الأقطاب

$$\frac{\text{التدفق} \times ١٠ \times ٨}{\text{عدد دوائر التوازي}}$$

$$\therefore \text{العزم} = \frac{\text{عدد دوائر التوازن} \times ١٠}{٨} \times ١٧٤ \text{ ار.}$$

$$\frac{\text{عدد الأسلاك الكلية} \times \text{عدد الأقطاب} \times \text{التدفق} \times \text{ش. ١}}{٦٠ \times ١٠ \times \text{ق.د.ك.}}$$

$$\text{والتدفق يحسب مقداره بالآتى} = \frac{\text{السرعة فى الدقيقة} \times \text{عدد أسلاك المنتج}}{\text{مثال}}$$

مولد كهربى ذو أربعة أقطاب وعدد أسلاك عضو الاستنتاج ٢٢٦ سلكاً
 ولحامه تموجى ينتج قوة دافعة كهربية ٢٦٠ فولت عندما يدار بسرعة ٧٥٠
 لفة/دقيقة والمطلوب معرفة قيمة التدفق المغناطيسى للقطب الواحد .

الحل

لحام هذا المولد تموجى أى عدد دوائر التوازي = ٢ دائرة .

$$ق \times خ \times س \times ع$$

$$\therefore ض = \frac{و \times ١٠ \times ٦٠ \times ٢}{٧٥٠ \times ٢٢٦ \times ٤}$$

$$\therefore ٢٦٠ فولت = \frac{٧٥٠ \times ٢٢٦ \times ٤}{١٠ \times ٦٠ \times ٢}$$

$$١٠ \times ٦٠ \times ٢ \times ٢٦٠$$

$$\therefore خ = \frac{١٠ \times ٦٠ \times ٢ \times ٢٦٠}{٧٥٠ \times ٢٢٦ \times ٤} = ٤٦٠٠٠٠٠ \text{ خطأ}$$

حل آخر

$$ض توحي = ٢ \times خ \times س \times ع / \text{ثانية} \times ١٠ = ١٠$$

$$\therefore ٢٦٠ فولت = ٢ \times خ \times ٢٢٦ \times ١٢٥ \times ١٠ = ٢٦٠$$

$$\therefore خ التدفق = \frac{١٠ \times ١٢٥ \times ٢٢٦ \times ٢}{٧٥٠ \times ٢٢٦ \times ٤} = ٤٦٠٠٠٠٠ \text{ خطأ}$$

البطارية الثانوية

تعتبر البطارية الثانوية أحد مصادر التيار المستمر وتسمى بالمراكسم وتتكون هذه البطارية من الأجزاء الآتية :

١ — الجسم الخارجى للبطارية وهو عبارة عن صندوق مصنوع من مادة عازلة مثل البكاليت أو الزجاج السميك فى بعض الحالات أو البلاستيك القوى المقاوم للأحماض ويقسم هذا الصندوق الى عدة أقسام حسب عدد الأعمدة المستعملة بحيث يكون كل قسم قائم بذاته أى منفصلاً عن القسم الآخر ويوجد فى قاع كل قسم أعصاب يرتكز عليها الألواح وبحيث يكون اتصال الألواح وبين الرواسب التى تترسب فى قاع الصندوق نتيجة عملية الشحن والتفريغ .

٢ — الألواح : يوجد فى كل قسم من أقسام الصندوق مجموعة من الألواح الموجبة ومجموعة من الألواح السالبة .

(أ) ألواح المرجبة وتتكون من شبكة من الرصاص تملأ فتحات هذه الشبكة بعجينة من أكسيد الرصاص ويكون لون الألواح الموجبة بنى .

(ب) الألواح السالبة وتتكون من شبكة من الرصاص تملأ فتحاتها بعجينة من مسحوق الرصاص الاسفنجى النقى .

هذا وتزيد عدد الألواح السالبة عن عدد الألواح الموجبة فى كل قسم

من أقسام الصندوق بعدد لوح واحد سالب وذلك للاستفادة من وجهى اللوح الموجب الآخر فى المجموعة ، وتجمع الألواح السالبة والموجبة بالتوازي فى كل قسم الذى يسمى بالعين وبحيث يكون التجميع عن طريق تداخل كل من الألواح السالبة مع الألواح الموجبة وتثبت داخليا من السنتها فى موصل الألواح هنا ويصل عدد الألواح فى بعض البطاريات وفى كل عين الى ١٣ لوح منها ٦ ألواح موجبة ، ٧ ألواح سالبة وفى بعض البطاريات يصل عدد ألواح كل عين الى ١٧ لوح منها ٨ ألواح موجبة ، ٩ ألواح سالبة .

٣ — عوازل الألواح : يجب فصل كل لوح عن الآخر بواسطة حاجز من أى مادة عازلة تكون لا تتأثر بالحامض وتكون مسامية مثل الخشب أو البلاستيك .

٤ — موصل الأعمدة (الكبرى) يصنع هذا الكبرى من الرصاص ويستعمل لتوصيل مجموعة الألواح الموجبة فى كل عمود من خارج الصندوق بالتوالى مع مجموعة الألواح السالبة فى العمود الذى يليه بحيث ينتج لنا فى النهاية قطبين فقط أحدهما موجب والآخر سالب .

٥ — السائل الحمضى : ويتكون من حامض كبريتيك ويخفف بالماء المقطر حتى تكون درجة كثافته ٢٥٠ راجم/سم^٣ ويصب باحتراس فى كل عين بحيث يزيد عن الألواح بمقدار $\frac{1}{4}$ سم تقريبا وعندما ينقص مستوى السائل عن هذا المقدار يزود بالماء المقطر مع مراعاة درجة الكثافة دائما والسبب فى تزويد السائل بالماء المقطر فقط هو أن الماء الذى يتبخر ويبقى الحامض كما هو . هذا ويوجد لكل عين فتحة خاصة لصب السائل ثم تقفل هذه الفتحة بسداده مقلوطة ويوجد فى كل سداده ثقب يسمح بتسرب الغازات الناتجة من التفاعلات الكيميائية .

إذا كانت البطارية تتكون مثلا من ثلاثة أقسام تكون ذات ثلاثة أعمدة يعطى كل واحد منها قوة دافعة كهربية مقدارها ٢ فولت وعلى هذا تكون البطارية بعد توصيل هذه الأعمدة الثلاثة بالتوالى تعطى ٦ فولت وهكذا إذا زادت عدد الأعمدة يكون قيمة ضغط البطارية عبارة عن عدد الأعمدة \times ٢ فولت .

عند شحن البطارية وصل الطرف الموجب لتيار الشحن مع القطب الموجب للبطارية والطرف السالب مع القطب السالب لبطارية فعند مرور التيار الخاص بالشحن يتحلل الماء الى أيونات الأيروجين الموجبة التى تتجه

ناحية القطب السالب في اتجاه تيار الشحن وإيونات الأكسجين السالبة وتتجه ناحية القطب الموجب في عكس اتجاه تيار الشحن .

وعند التفريغ ينعكس اتجاه التيار بحيث يكون من القطب الموجب للبطارية الى المقاومة الخارجية (الحمل) ومن المقاومة الى القطب السالب وداخل البطارية يكون الاتجاه من السالب الى الموجب وعلى هذا يتحلل الحامض الى أيونات الأيدروجين الموجبة والتي تتجه ناحية القطب الموجب في اتجاه سير التيار الخاص بالتفريغ وكذا أيونات الكبريتات السالبة والتي تتجه ناحية القطب السالب وفي عكس اتجاه التيار . هذا ولا داعي لنا ان نتعرض للمعادلات الكيميائية التي تحدث في حالة الشحن والتفريغ .

هذا ويمكن القول انه عند القطب الموجب يتفاعل الأكسجين مع كبريتات الرصاص مع وجود الماء ويتكون ثاني أكسيد الرصاص وحامض الكبريتك وعند القطب السالب يتفاعل الأيدروجين مع كبريتات الرصاص وتتكون طبقة من الرصاص الاسفنجي وحامض الكبريتك ، وفي نهاية عملية الشحن نجد ان سطح الألواح الموجبة تتحول الى ثاني أكسيد الرصاص وسطح الألواح السالبة تتحول الى رصاص اسفنجي .

كما ان كثافة الحامض اثناء الشحن نجدها ترتفع بعض الشيء وتزيد عن ١.٢٥٠ ويجب ان لا تزيد هذه الزيادة عن ١.٢٨٠ حتى لا يحدث تركيز للحامض ويضر الألواح .

لاحظ ان قيمة (ق.د.ك) عند نهاية عملية الشحن تزيد عن ٢ فولت المقررة لكل عين وتصل الى ٢.٧ فولت كما ان استمرار مرور تيار الشحن يترتب عليه استمرار في استهلاك الماء عن طيق التحليل فيتصاعد الأكسجين عند القطب الموجب ويتصاعد الأيدروجين عند القطب السالب كما ترتفع درجة حرارة المحلول وتعتبر جميع هذه الحالات السابقة الذكر دلالة على قرب انتهاء وقت الشحن فنجد الغازات تتصاعد على شكل فقاعات .

ان الزيادة في قيمة فولت العين والتي تصل الى ٢.٧ فولت اثناء الشحن نجدها تقل عند التحميل مباشرة الى ١.٧٥ فولت .

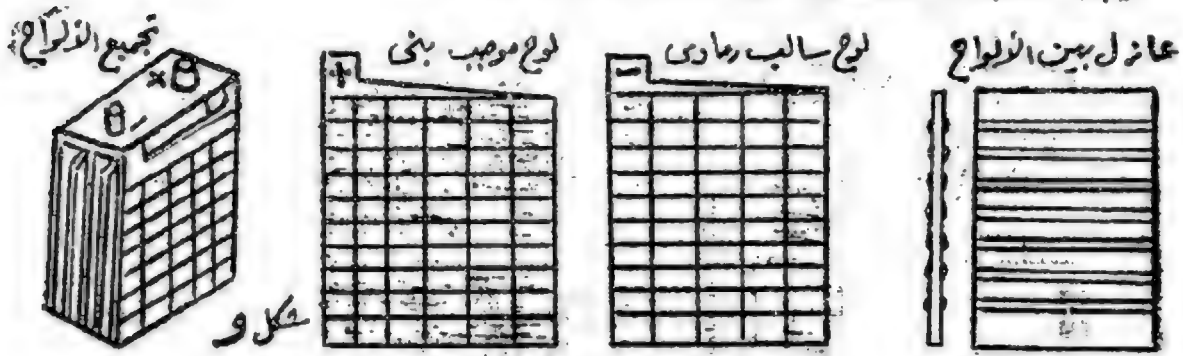
تحضير السائل

ان عملية تحضير السائل لها خطورتها وتعليماتها ولذا يجب تنفيذ

الآتي :

- ١ — تحضير اثناء نظيف من الفخار والزجاج السبيك .
- ٢ — تحضير هيدروميتر وهو جهاز لقياس كثافة السائل .

- ٣ — تحضير حامض الكبريتيك والماء المقطر ولا تستعمل الماء العادى .
- ٤ — تحضير قضيب من الزجاج لتحريك السائل اثناء عملية التحضير .
- ابدا بوضع الماء المقطر فى الاناء ثم بحذر وتدرجيا صب الحامض مع تقليب السائل حتى لا يتركز الحامض فى قاع الاناء مع مراعاة ان النسبة واحد حامض مركز الى ثلاثة ماء ثم اترك السائل حتى يبرد وبعد ذلك يمكن وضعه فى البطارية بحيث يغطى الاطواح بارتفاع $\frac{1}{4}$ سم ثم اترك البطارية واذا انخفض ارتفاع السائل اصف اليه قليلا من الماء المقطر ثم ضع البطارية على ينبوع الشحن .
- ان كثافة الحامض هى افضل دليل لمعرفة حالة البطارية فى الشحن والتفريغ فاذا كانت كثافة الحامض بداخل البطارية تتراوح ما بين ١.٢٥ الى ١.٢٨ تكون البطارية فى حالة شحن وعندما تكون ارغة نجد ان كثافة الحامض تنخفض الى ١.٢٠ ولا يجب ان تقل عن ١.١٥ لاننا فى هذه الحالة يجب استبدال الحامض باخر له كثافته المناسبة .



جهاز الايدرومتر

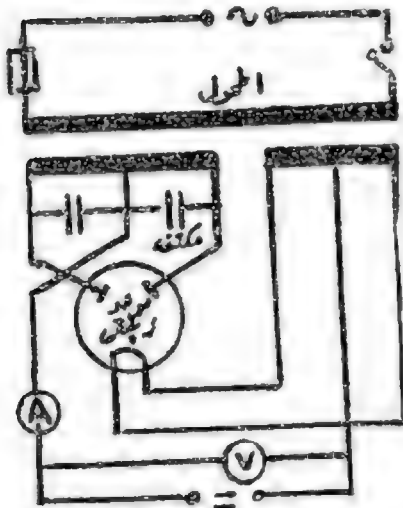
الواحد البطارية



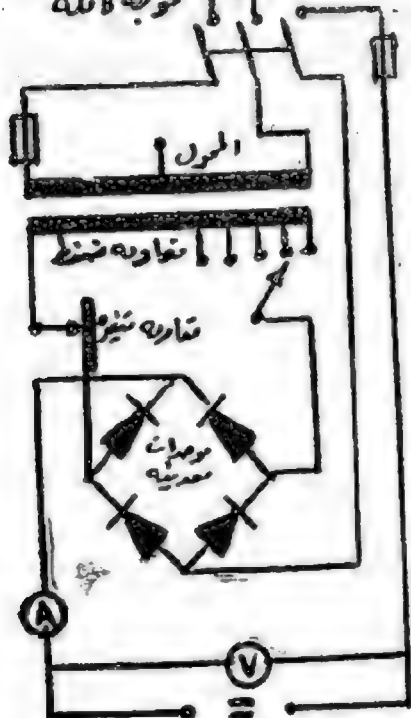
جهاز الايدرومتر
لقياس كثافة حامض البطارية

هذا ويمكن التعرف على شحنة أو تفريغ البطارية عن طريق جهاز الفولت ذو الشوكتين وذلك عن طريق قياس ضغط كل عين على حدة ويجب أن تتم عملية القياس والبطارية محملة فإذا كان ضغط العمود ١٧٥ فولت كانت في حالة شحن وإذا نقص عن ذلك يكون في حالة تفريغ ويجب أن لا يقل ضغط العمود عن ١٥٠ فولت .

عمليات توحيد التيار المتغير



توحيد ريثقي
موجة كاملة



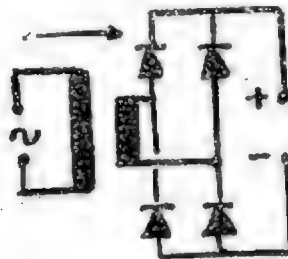
التيار الكاملة لتوحيد
موجة كاملة بمرات عديدة.



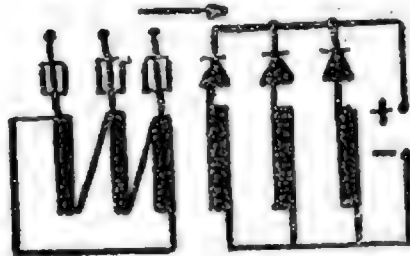
توحيد نصف موجة وثيقه ضغط الملف
التأوى هو وثيقه ضغط التيار المتغير.



توحيد موجة كاملة عن طريق اتجاه
و ضغط التيار المتغير في ضغط الملف التأوى.



توحيد موجة كاملة عن طريق اتجاه واحد
و ضغط التيار المتغير يادى ضغط التأوى.



توحيد نصف موجة عن طريق اتجاه
واحد في محور تولده اوجه.

المحولات الكهربائية

من مميزات التيار المتغير على التيار المستمر سهولة إمكان تحويل قيمته من حيث الضغط سواء من منخفضه الى عاليه أو العكس ، ولهذه الميزة تأثير اقتصادى كبير فى تكاليف نقل القدرة الكهربائية ، وتأثير فنى فى إمكان استعماله على أوسع نطاق .

وقد تتم عملية التحويل المشار إليها سابقا عن طريق استعمال المحولات الكهربائية حيث أنها على درجة كبيرة من الجودة من أى جهاز آخر لهذه العملية ، والمحول المتغير وبدون الحاجة الى استعمال أى أجزاء متحركة مثل الولادات .

تركيب المحول

يتركب المحول فى أبسط صورة له من الأجزاء الأساسية الآتية :

١ — القلب الحديدى ٣

٢ — الملف الابتدائى .

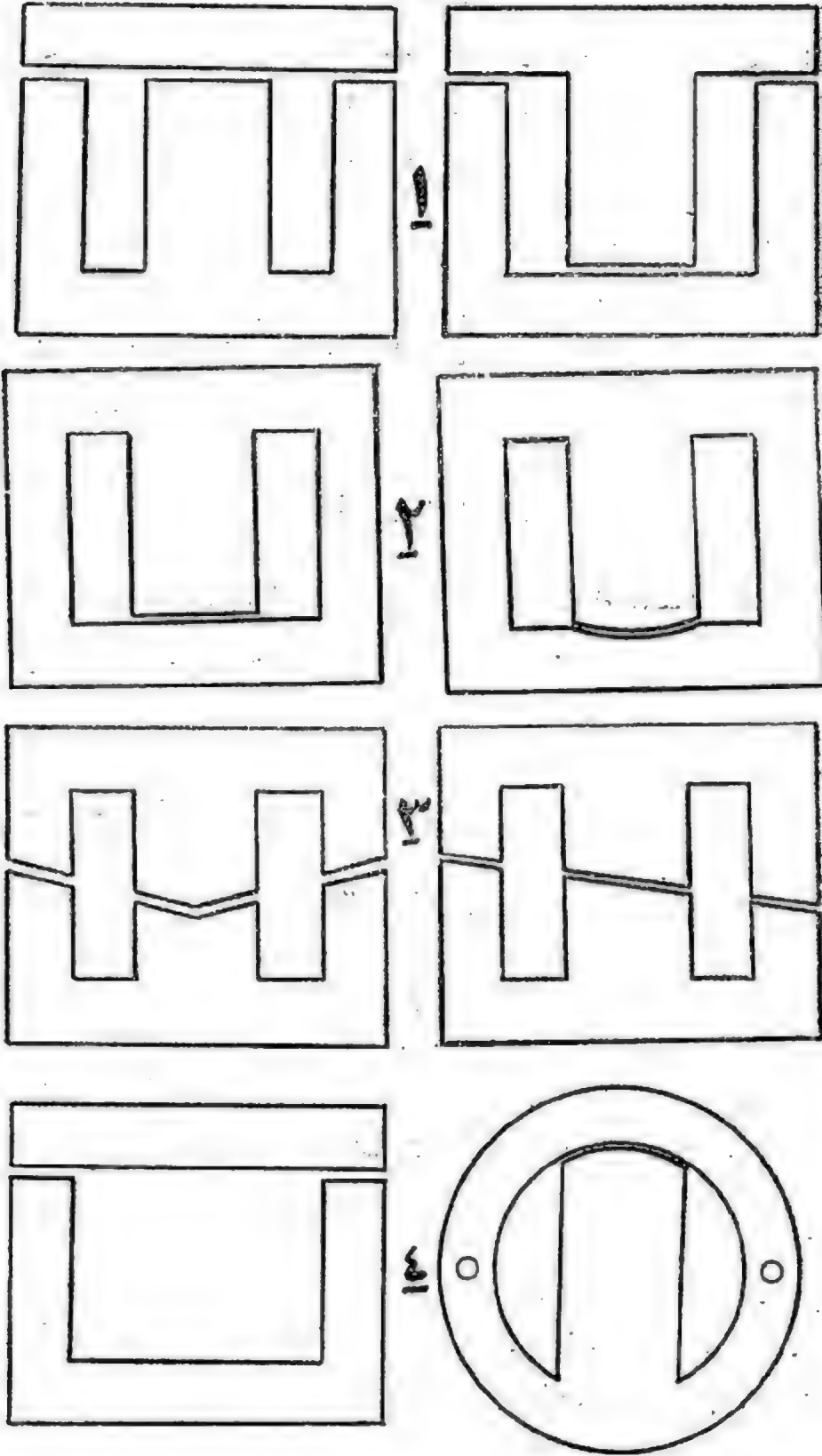
٣ — الملف الثانوى .

القلب الحديدى

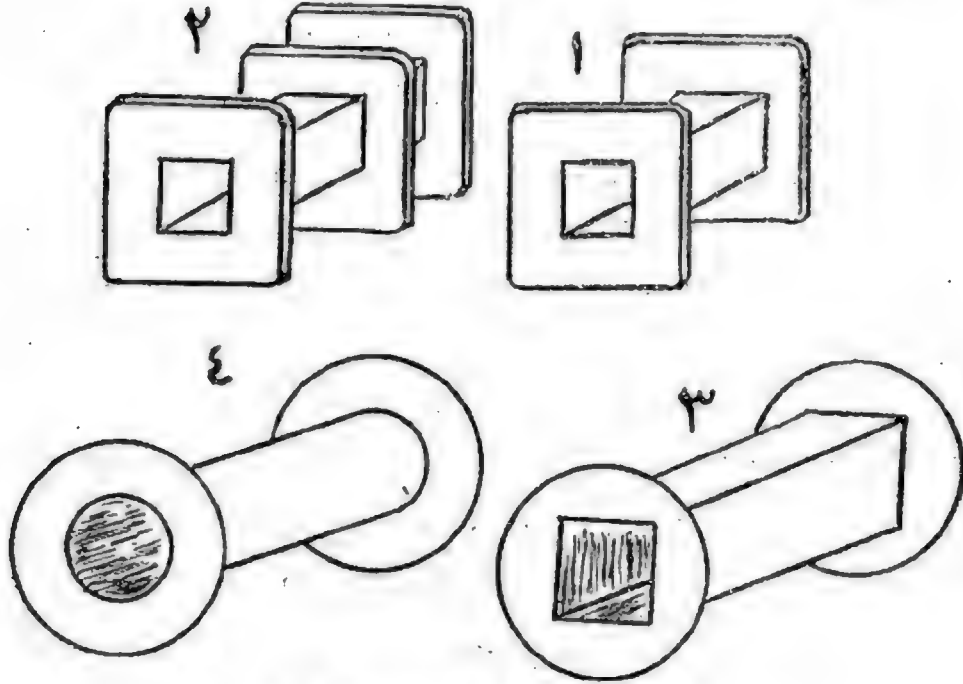
يصنع القلب الحديدى من رقائق من الحديد الطرى أو من سبيكة خاصة من الحديد ويكون سمك الرقيقة الواحدة (٠.٣) تقريبا وتكون معزولة من أحد الوجهين أما بالأكسدة أو الورنيش ، وقد تختلف أشكال الرقيقة من حيث الشكل والتجميع فقط ، كما تشكل مجموعة الرقائق فى بعض الحالات قلب واحد أو قلبان أو ثلاثة .

فائدة القلب الحديدى فى المحول هو إيجساد الفيض المغناطيسى اللازم لعملية التحويل سواء كانت خفض أو رفع نتيجة مرور التيار الكهربى فى الملفات المركبة عليه وقد يختلف حجم القلب الحديدى حسب صغر أو كبر قدرة المحول .

انواع من رقائى المحولات
ذات الوجه الواحد

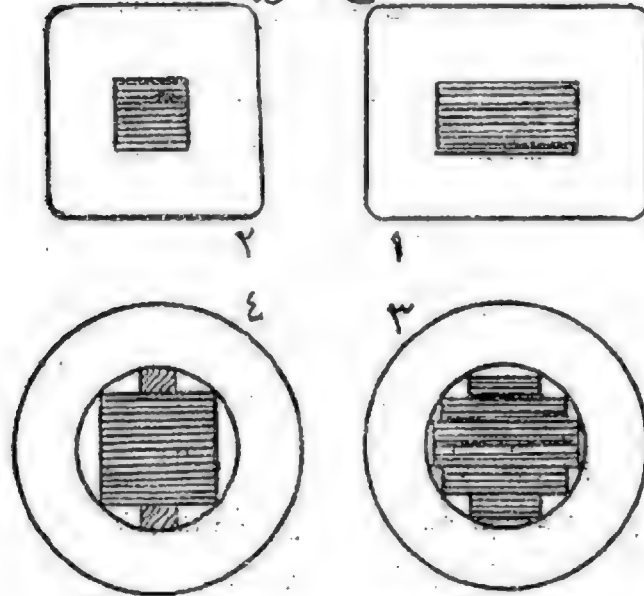


أنواع من البكر المستعمل لللفات المحولات



أنواع من القلب الحديدي للمحولات

أنواع القلوب



الملف الابتدائي

يجهز الملف الابتدائي من سلك نحاس معزول ورنيش أو قطن أو حرير
ومن عدد معين من اللفات ويكون لهذا السلك مساحة مقطع تتناسب مع
شدة التيار التي تمر به ، وهو الملف الذي يتصل مباشرة بغسقط الينبوع المراد

رفعه أو خفضه ، ويوضع الملف الابتدائي حول القلب الحديدي مع مراعاة عزله كهربائيا عن هذه الرقائق .

الملف الثانوى

يجهز الملف الثانوى من سلك نحاسى معزول ويتكون من عدد معين من الملفات وكذا من مساحة مقطع تتناسب مع شدة التيار المار به ، وهو الملف الذى يؤخذ منه قيمة الضغط المطلوب بعد عملية التحويل ، وهو يوضع أما فوق الملف الابتدائى أو بجواره وعلى قلب واحد أو على قلب حديدي مستقل اذا كان الحديد المستعمل من النوع ذو القلبين .
بالنسبة لعمل المحول المشار اليه وهو اما رفع أو خفض قيمة ضغط اللينبوع غانه ينقسم بالنسبة لهذا العمل الى قسمين .

محول الرقع

هذا النوع من المحولات تكون فيه قيمة الضغط على اطراف الملف الثانوى اعلى من ضغط اللينبوع المتصل بالملف الابتدائى والمراد تحويله . وعلى هذا يكون عدد اللفات فى الثانوى اكثر من عدد اللفات فى الابتدائى اما مساحة مقطع السلك فتكون فى الثانوى اقل من مساحة مقطع السلك فى الابتدائى .

محول الخفض

هذا النوع من المحولات تكون فيه قيمة الضغط على اطراف الملف الثانوى اقل من قيمة ضغط اللينبوع المتصل بالملف الابتدائى وعلى هذا يكون عدد اللفات فى الثانوى اقل من عدد اللفات فى الابتدائى اما مساحة مقطع السلك فتكون فى الثانوى اكبر من مساحة مقطع السلك فى الابتدائى .

نظرية المحول

عند توصيل طرفى الملف الابتدائى للمحول على ينبوع تيار متغير مع ترك دائرة الملف الثانوى مفتوحة أى غير محملة نجد عند مرور التيار المتغير فى الملف الابتدائى توجد مساحة مغناطيسية متغيرة فى القلب الحديدي .
ولما كان الملف الابتدائى مكون من عدد من اللفات فان الساحة المغناطيسية تعمل على ايجاد استنتاج نفس كبير للملف الابتدائى ، وبما أن مقاومة الملف المادية صغيرة جدا فانه لا يوجد فقد فى الضغط وتكون القوة الدافعة الكهربائية العكسية هى الوحيدة التى تحدد قيمة التيار بالملف وقيمتها تكون قريبة جدا من القوة الدافعة الكهربائية للينبوع عدا قيمة صغيرة

جدا تقوى على امرار التيار اللازم للمفطسة ويسمى تيار المفطسة ويكون متأخرا (٩٠ درجة) عن ضغط الينبوع حيث أن (ض) العكسية تساوى وتضاد (ض) الينبوع تقريبا ولهذا السبب تكون القدر المنصرفة بالملف الابتدائى عندما تكون دائرة الملف الثانوى مفتوحة تساوى صفرا أو حسب تيمة جودة المحول .

القوة الدافعة الكهربائية بالملف الثانوى

في المحول المتقن تصميمه وصنعه تقطع جميع الخطوط للمجال الناشئ حول الملف الابتدائى كل لفة من لفات الثانوى عند تمدد وتقلص هذه الخطوط وبذلك تكون القوة الدافعة الكهربائية المتولدة في كل لفة من لفات الثانوى تساوى الموجودة في كل لفة من لفات الابتدائى ، وعلى هذا نجد نسبة القوة الدافعة الكهربائية الكلية في الابتدائى الى القوة الدافعة الكهربائية الكلية في اثنائى تساوى النسبة لعدد لفات الابتدائى الى عدد لفات الثانوى أى اذا تساوت عدد لفات الابتدائى مع عدد لفات الثانوى وتساوت القوة الدافعة الكهربائية العكسية للابتدائى مع ضغط الينبوع نجد أن القوة الدافعة الكهربائية في الثانوى تساوت مع الضغط للينبوع .

$$\frac{\text{ض ابتدائى}}{\text{لفات ابتدائى}} = \frac{\text{ض ثانوى}}{\text{لفات ثانوى}}$$

$$\therefore \text{ض ثانوى} = \frac{\text{ض ابتدائى} \times \text{لفات ثانوى}}{\text{لفات الابتدائى}}$$

وتسمى نسبة عدد لفات الثانوى الى عدد لفات الابتدائى بنسبة التحويل حيث نجد أن المحول الذى فيه لفات الابتدائى (١١٠ لفة) ولفات الثانوى (١٠٠٠ لفة) يسمى محول رفع (١٠/١) بينما نجد المحول الذى فيه لفات الابتدائى (١٠٠ لفة) ولفات الثانوى (١٠ لفات) يسمى محول خفض (١/١٠) .

ولما كانت القوة الدافعة الكهربائية في الثانوى متولدة من تأثير المجال المغناطيسى للملف الابتدائى نجد أن الزاوية بينهما وبين ضغط الينبوع (١٨٠ درجة) .

تيار الابتدائي والثانوى

عند توصيل مقاومة مادية بطرقتى الملف الثانوى يمر بها تيار يتناسبه وقيمتها ويكون منطبقا مع ضغط الثانوى اى فى وجه واحد معه ، وينتج من مرور هذا التيار فى الثانوى مجالا مغناطيسيا متغيرا ويضاد مجال الابتدائى فيضعفه فتقل قيمة القوة الدافعة الكهربائية العكسية فى الملف الابتدائى بذلك تزداد شدة التيار به بما يناسب الزيادة فى الحمل .

اى أن زيادة شدة التيار فى الثانوى نتيجة زيادة الحمل يتبعها زيادة فى تيار الابتدائى مع ضعف المجال المغناطيسى فيه ويتبع هذا هبوط فى قيمة الضغط فى كل من الملف الثانوى والملف الابتدائى ، واذا استمرت هذه الزيادة فى تيار الثانوى بزيادة الحمل وتتعدى شدة التيار القانونى فان مجال الابتدائى يتلاشى وترتفع فيه شدة التيار نظرا لتلاشى القوة الدافعة الكهربائية العكسية وتكون النتيجة هى احتراق الملف .

من الشرح السابق يتضح انه فى حالة ما اذا كان ضغط الثانوى اكبر من ضغط الابتدائى تكون شدة التيار فى الابتدائى اكبر من شدة التيار فى الثانوى بما يتناسب مع نسبة التحويل .

واذا اهلنا المفاهيم فى المحول وكانت جودته تقرب من (٩٩٪) فان القدرة فى الابتدائى تتساوى مع القدرة فى الثانوى .

ض ثانوى = ض ابتدائى \times نسبة التحويل .

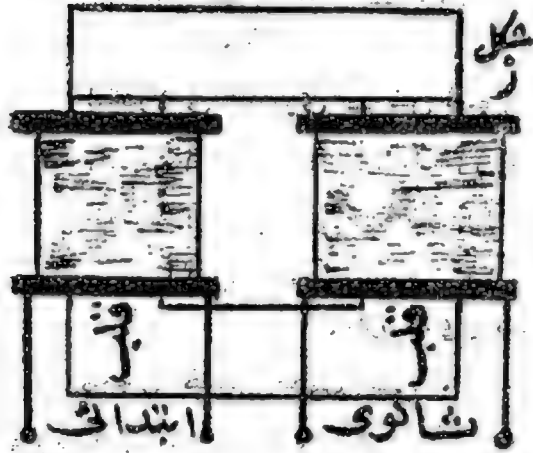
ش ابتدائى = ش ثانوى \times نسبة التحويل .

قبل أن نعطى امثلة على محولات الرفع ومحولات الخفض يجب أن نعلم أن هذه المحولات بنوعها تنقسم الى قسمين :

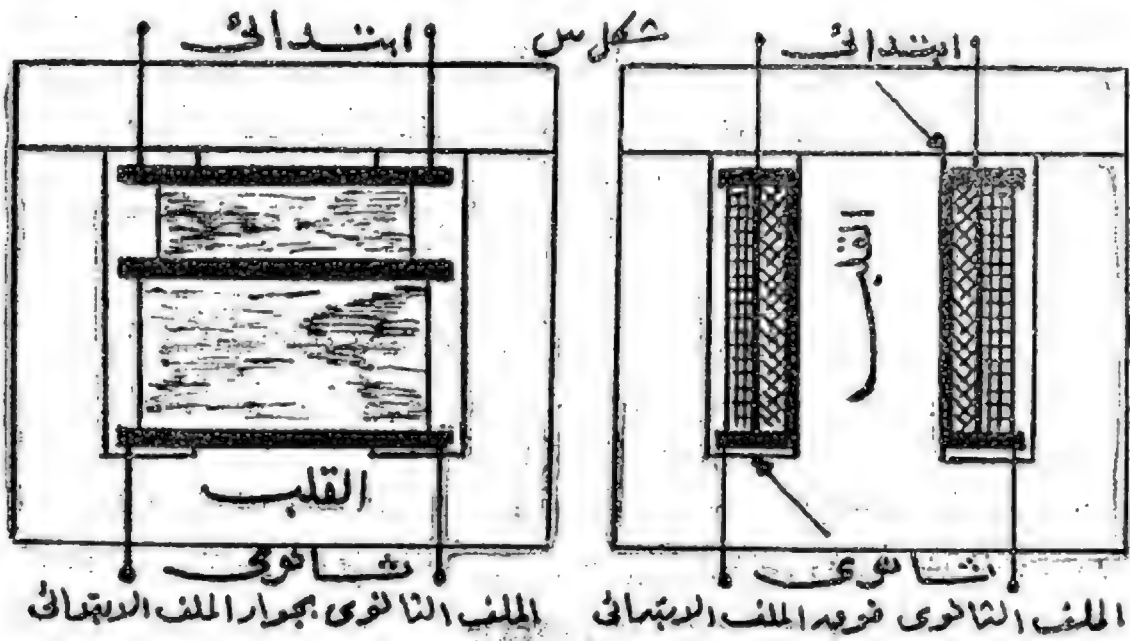
١ — محولات استنتاجية وهى ذات الملف الابتدائى المستقل والملف الثانوى المستقل بحيث لا يوجد أى اتصال كهربى بين لفات الابتدائى ولفات الثانوى .

٢ — محولات نفسية وهى ذات الملف الواحد المدرج والذى يجمع بين كل من الملف الابتدائى والملف الثانوى كما هو موضح فى الأمثلة الآتية حيث نجد أن هناك اتصال كهربى بين الملف الابتدائى والملف الثانوى سواء فى حالة الرفع او فى حالة الخفض بعكس الحال فى المحول الاستنتاجى .

الرسومات الآتية تبين بعض الأوضاع للملف الثانوى والابتدائى على قلب المحول سواء كان هذا المحول رفع او خفض استنتاجى .



فى هذا النوع من وضع الثانوى والابتدائى عندما تحصل على عدد لفات الفولت الواحد يجب ضربها فى ١٧٥ .



الملف الثانوى فوق الملف الابتدائى الملف الثانوى بجوار الملف الابتدائى

مثال محول رفع استنتاجى

محول رفع من ٢٣٠ فولت الى ٢٣٠٠ فولت يغذى حمل مقاومته ٢٣٠ اوم والمطلوب معرفة قيمة كل من تيار الابتدائى والثانوى وقسرة هذا المحول .

الحل

$$\text{شدة التيار فى الثانوى} = \text{ض ثانوى} \div \text{المقاومة}$$

$$= 2300 \div 230 = 10 \text{ امبير}$$

$$\frac{\text{ض ثانوى} \times \text{ش ثانوى}}{\text{ض ابتدائى}} = \text{شدة التيار فى الابتدائى}$$

$$= \frac{٢٣٠٠ \times ١٠}{٢٣٠} = ١٠٠ \text{ أمبير}$$

$$\text{القدرة فى الثانوى} = \text{ض ثانوى} \times \text{ش ثانوى}$$

$$= ٢٣٠٠ \times ١٠ = ٢٣٠٠٠ \text{ وات}$$

$$\text{القدرة فى الابتدائى} = \text{ض ابتدائى} \times \text{ش ابتدائى}$$

$$= ٢٣٠ \times ١٠٠ = ٢٣٠٠٠ \text{ وات}$$

مثال لمحول خفض استنتاجى

محول خفض يعمل على ٢٠٠ فولت ويعطى ٧٥ فولت يفذى حمل

مقاومته ٣ أوم والمطلوب معرفة قيمة تيار الثانوى والابتدائى وقدرة هذا المحول .

الحل

$$\text{شدة التيار فى الثانوى} = ٧٥ \div ٣ = ٢٥ \text{ أمبير}$$

$$٢٥ \times ٧٥$$

$$\text{شدة التيار فى الابتدائى} = \frac{١٨٧٥}{٢٠٠} = ٩٣٧٥ \text{ أمبير}$$

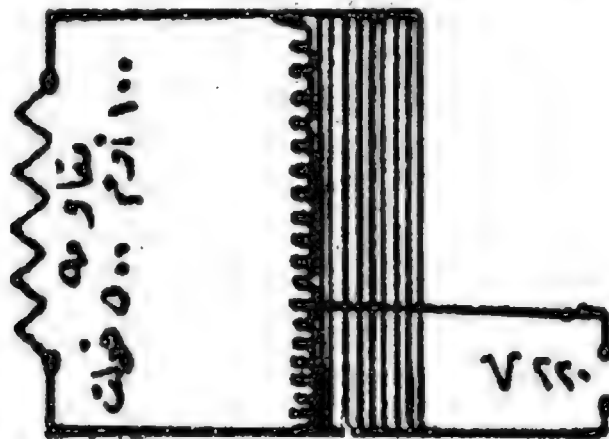
$$\text{القدرة فى الثانوى} = ٢٥ \times ٧٥ = ١٨٧٥ \text{ وات}$$

$$\text{القدرة فى الابتدائى} = ٩٣٧٥ \times ٢٠٠ = ١٨٧٥ \text{ وات}$$

مثال لمحول رفع نفسى

محول رفع نفسى من ٢٠٠ فولت الى ٥٠٠ فولت يفذى حمل مقاومته

١٠٠ أوم والمطلوب معرفة قيمة تيار الثانوى والابتدائى وقدرة هذا المحول .



الحل

$$\text{شدة التيار في الثانوى} = 500 \div 100 = 5 \text{ أمبير}$$

$$\text{شدة التيار في الابتدائى} = \frac{5 \times 500}{200} = 12.5 \text{ أمبير}$$

$$\text{القدرة في الثانوى} = (\text{ض ثانوى} - \text{ض ابتدائى}) \times \text{ش ثانوى}$$

$$= 5 \times (200 - 500)$$

$$= 5 \times 300 = 1500 \text{ وات}$$

$$\text{القدرة في الابتدائى} = (\text{ش ابتدائى} - \text{ش ثانوى}) \times \text{ض ابتدائى}$$

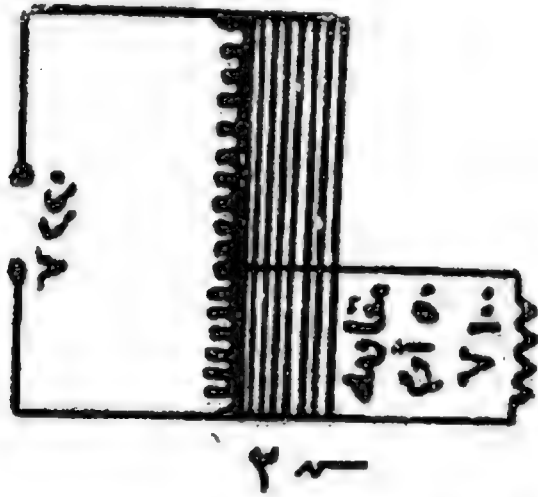
$$= 200 (5 - 12.5)$$

$$= 200 \times 7.5 = 1500 \text{ وات}$$

مثال لمحول خفض نفسى

محول خفض يعمل على ٢٠٠ فولت ويعطى ١٠٠ فولت ويفذى حمل

مقاومته ٥٠ اهم والمطلوب معرفة قيمة تيار الثانوى والابتدائى وقدرة هذا المحول .



$$\text{شدة التيار في الثانوى} = 100 \div 50 = 2 \text{ أمبير}$$

$$2 \times 100$$

$$\text{شدة التيار في الابتدائى} = \frac{2 \times 100}{200} = 1 \text{ أمبير}$$

$$\text{القدرة في الثانوى} = (\text{ش ثانوى} - \text{ش ابتدائى}) \times \text{ض ثانوى}$$

$$= 100 (2 - 1)$$

$$= 100 \times 1 = 100 \text{ وات}$$

القدرة في الابتدائي = (ض ابتدائي — ض ثانوي) ض ابتدائي

$$= (٢٠٠ - ١١٠) \times ١$$

$$= ١٠٠ \times ١ = ١٠٠ \text{ وات}$$

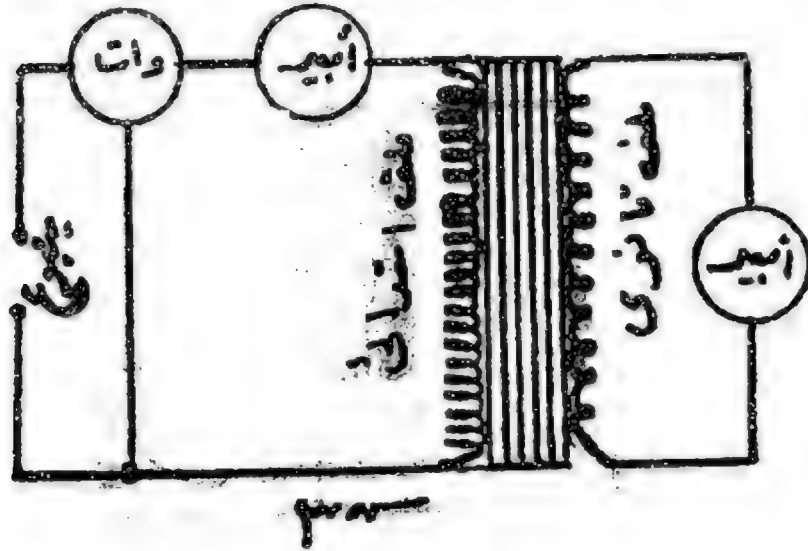
ملاحظة : يراعى اختلاف تركيب قانون القدرة في الخفض عنه في حالة الرفع في المحول النفسى وهذا ظاهر في المثالين السابقين
جودة المحول الكهربى

تتوقف جودة المحول على قيمة المفايد الموجودة به فكلما تمكنا من تقليل هذه المفايد تمكنا من رفع جودة المحول واذا بحثنا عن هذه المفايد نجد ما نوعان .

المفايد النحاسية :

عند حساب الجودة للمحول يجب اعتبار المقاومة المادية لسلك الملف حيث ان القدرة المفقودة في كل ملف تتناسب طرديا مع (مربع شدة التيار المار به \times مقاومته المادية) وهى (ش \times م) ويمكن التغلب عليها باستعمال سلك مقطع اكبر من الاصلى قليلا .

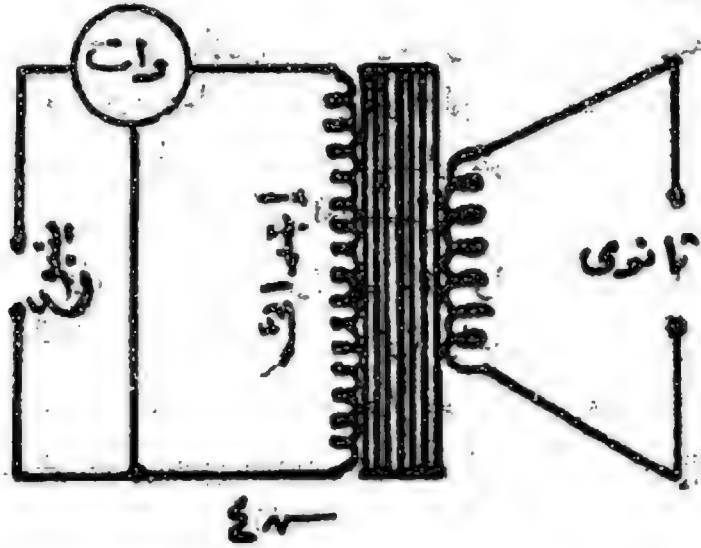
تحديد قيمة المفايد النحاسية



وصل طرفى الملف الابتدائى بالينبوع مع استعمال مقاومة يمكنك من التحكم في قيمة ضغط الينبوع عند التغذية مع وضع جهاز أمبير وجهاز قدرة في دائرة الابتدائى كما هو موضح بالرسم ثم اقلل الملف الثانوى بجهاز أمبير ، ابدأ بتغذية الملف الابتدائى بقيمة صغيرة من الضغط حتى يصل التيار المار باللف الثانوى الى قيمة تيار الحمل الكامل بالنسبة لقدرة المحول وبذلك يمر أيضا باللف الابتدائى تيار الحمل الكامل وتكون قراءة جهاز القدرة تعبر عن قيمة المفايد النحاسية الموجودة في هذا المحول .

تحديد قيمة المفاقية الحديدية

تدخل المفاقيد الحديدية في حساب جودة المحول وهي المفاقيد الناتجة عن هروب بعض الخطوط المغناطيسية أو لنوعية الحديد المصنوع منه الرقائق وقيمة التيارات الاغضارية . والتعويق المغناطيسي الناتج من بقاء جزء من المغناطيسية في الرقائق الأمر الذي يسبب احتكاك ذرات الحديد أثناء انعكاس المجال .



في هذا الرسم الخاص بتحديد قيمة المفاقيد الحديدية يغذى الملف الابتدائي تغذية كاملة أي يوصل مباشرة بالنوع وبقيمته الطبيعية وبالتردد الذي يعمل عليه المحول مع وضع جهاز القدرة في دائرة الملف الابتدائي كما هو موضح بالرسم مع ترك دائرة الملف الثانوي مفتوحة حيث أن المفاقيد الحديدية في المحول تتوقف على المجال المغناطيسي وبذلك تكون قراءة جهاز القدرة عند التغذية هي قيمة المفاقيد الحديدية بالمحول .

علمنا سابقا أن المفاقيد الموجودة في المحول هي مفاقيد نحاسية ومفاقيد حديدية وهي ليست كبيرة القيمة إذا كان تصميم وتصنيع المحول على جانب كبير من الانتان وعلى هذا تكون جودة المحول هي مقدار نسبة الخرج إلى الدخل في الملية .

الدخل = الخرج + المفاقيد النحاسية + المفاقيد الحديدية .

$$\text{الجودة} = \frac{\text{الدخل بالوات}}{\text{الخرج بالوات}} \times 100$$

البيان الخاص بحسابات لف المحولات

عند اختبار حديد المحول لابد أن يكون مقدار خرجيه المغناطيسى
يتناسب مع مقدار خرجيه الكهربى والذى ينسب دائما الى الملف الثانوى .
مقدار الخرج الكهربى = $ض \times ش$ بالنسبة للثانوى
مقدار شدة التيار فى الابتدائى = الخرج \div ض التغذية فى الابتدائى

مثال

نفرض أن ضغط الينبوع ٢٢٠ فولت وتردده (٥٠ ذبذبة) ويحمل عليه
محول يعطى ٥٠ فولت ثانوى لحمل ٢٨ أمبير ويعطى ١٨ فولت ثانوى
لحمل آخر ٤ أمبير والمطلوب حساب مقدار خرج المحول .

الحل

الخرج الاول = $٥٠ \times ٢٨ = ١٤٠٠$ وات .

الخرج الثانى = $١٨ \times ٤ = ٧٢$ وات .

∴ الخرج الكلى = $١٤٠٠ + ٧٢ = ١٤٧٢$ وات .

وعلى هذا يكون خرج المحول هو حاصل ضرب فولت الثانوى فى شدة
تياره اذا كان ملف واحد اما اذا كان هناك أكثر من ملف ثانوى فيكون الخرج
الكلى هو مجموع كل الخرج .

من هنا نجد أن طبيعة الينبوع لا دخل لها فى حسابات الخرج ولكن
يجب أن يتناسب الملف الابتدائى مع خرج المحول ويحسب مقدار مساحة
مقطع سلكه على أساس هذا الخرج وقيمة ضغط الينبوع .

عند حساب مساحة مقطع القلب الحديدى المراد استعماله لقدره
معينة نجد أن هذه المساحة متوقفة على كل من قدرة المحول وقيمة تردد
الينبوع نجد أنه اذا زاد تردد الينبوع تقل مساحة مقطع القلب عند ثبات
القدرة والعكس اذا نقص التردد زادت مساحة مقطع القلب الحديدى عند
ثبات القدرة أيضا .

فى المحولات الكبيرة القدرة يقدر خرج المحول بالفولت أمبير وليس
بلوات والسبب فى ذلك هو ، فى حالة المحولات وجميع الأجهزة التى تعمل
على التيار المتغير يوجد عامل آخر يؤثر على القدرة وهو نوعية الحمل من
حيث كونه مقاومة عادية أو ممانعة مغناطيسية أو استاتكة وهذا العامل
يسمى (معامل القدرة) .

ولكن في أغلب الأحيان يكون الفرض الذي يعمل عليه المحول الصغير حتى قدرة واحد كليوات عبارة عن مقاومة مادية بحتة وعلى هذا يكون الخروج بالوات وهو الناتج من ضرب الفولت في الأمبير بالنسبة للملف الثانوى .

حساب مساحة مقطع السلك

لحساب مساحة مقطع سلك لفات كل من الابتدائى والثانوى يجب التعرف على قدرة المحول وقيمة ضغط الابتدائى وقيمة ضغط الثانوى ثم من قيمة القدرة مقسومة على ضغط الابتدائى نتعرف على شدة التيار ومن قسمة القدرة على ضغط الثانوى نتعرف على شدة التيار وباعتبار كثافة التيار لكل مم² في المحولات هي ٤ أمبير تقريبا هنا يمكن من قسمة شدة تيار الابتدائى على كثافة التيار نحصل على مساحة مقطع السلك الخاص به ومن قسمة شدة تيار الثانوى على كثافة التيار نحصل على مساحة مقطعة ثم يعد ذلك من مساحة المقطع يمكن تحديد قطر السلك للابتدائى والثانوى .

حساب عدد اللفات

حساب عدد اللفات إما على أساس لفات الفولت الواحد أو على أساس لفات الملف كاملاً حسب قيمة ضغطه ، ولحساب عدد لفات الفولت الواحد سواء للابتدائى أو الثانوى يدخل في حسابنا كل من تردد الينبوع ومساحة مقطع القلب الحديدى للمحول بالبوصة المربعة عند استعمال أسط قانون وهو ذو الرقم الثابت لكل تردد .

الرقم الثابت عند تردد معين لحساب لفات الفولت الواحد .

- ١ — عند تردد قيمته ٢٥ ذبذبة الرقم الثابت المستعمل هو ١٤ .
- ٢ — عند تردد قيمته ٤٠ ذبذبة الرقم الثابت المستعمل هو ٨٧٥ .
- ٣ — عند تردد قيمته ٥٠ ذبذبة الرقم الثابت المستعمل هو ٧ .
- ٤ — عند تردد قيمته ٦٠ ذبذبة الرقم الثابت المستعمل هو ٨٥ .

طريقة تنفيذ القانون

أوجد أولاً مساحة مقطع القلب الحديدى بالبوصة المربعة من حاصل ضرب سمك مجموعة الرقائق في عرض لسان الرقيقة الذى يدخل في بسكرة الملف ، ثم يختار الرقم الثابت المتفق مع تردد الينبوع الذى سيعمل عليه المحول ، ثم من قسمة الرقم الثابت المختار على مساحة مقطع القلب الحديدى يكون الناتج هو عدد لفات الفولت الواحد سواء للملف الابتدائى أو للملف اثنائى .

ملاحظة :

- عند حساب مساحة مقطع قلب الحديدى لا تأخذ الناتج من عملية الضرب مباشرة لأنه لا يمثل المساحة الفعلية بل اضرب الناتج في ٩٠ . على أساس القلب كتلة مصمتة .
- ٢ — لا تقرب أو تحذف أى كسر من اللفة في العملية الحسابية السابقة مهما كان صغيرا في عدد لفات الفولت الواحد لأن له تأثير كبير عند حساب عدد اللفات الكلية للابتدائى والثانى .

مثال

محول يعمل على تيار متغير تردد ٥٠ هـذبذة فإذا كان سمك مجموعة الرقائق ٥ راً بوصة وعرض لسان الرقيقة واحد بوصة أوجد عدد لفات الفولت الواحد .

الحل

الرقم الثابت لتردد ٥٠ هـذبذة هو ٧ .
مساحة مقطع قلب الحديدى $= (1 \times 1.5) \times 0.9 = 1.35$ بوصة مربعة .

عدد لفات الفولت الواحد $= 7 \div 1.35 = 5.18$ لفة .

حساب عدد لفات الملف كامل

- يختلف الوضع في حساب عدد لفات الملف كاملا عن حساب عدد لفات الفولت الواحد من حيث الأرقام الثابتة وتقدير قيمة الفيض المغناطيسى حساب مقطع القلب حيث يكون بالسنتيمتر المربع بدلا من البوصة المربعة .
- ١ — الرقم الثابت المستعمل في القانون هو 10000×4.74 .
 - ٢ — أوجد قيمة تردد الينبوع الخاص بتشغيل المحول .
 - ٣ — قيمة ضغط الابتدائى والثانوى .

٤ — رقم ١٠٠٠٠ خط قيمة يمكن الأخذ بها لمقدار الفيض المغناطيسى لكل سنتيمتر مربع حتى قدرة ٣ كليوات ويمكن تحديد قيمة هذا الفيض من الملاحظة المقدمة لك فيما بعد .

طريقة تنفيذ القانون

أوجد أولا مساحة مقطع القلب الحديدى بالسنتيمتر المربع مع مراعاة الدقة في القياس ثم اختيار قيمة الفيض المغناطيسى للوحدة المربعة ثم أوجد قيمة الفيض الكلى لهذا القلب .

$$\text{عدد لفات الملف} = \frac{\text{ضغط الملف} \times 10^8}{\text{التردد} \times \text{الفيض الكلى}} = \text{لفة}.$$

مثال

محول يعمل على ينبوع ٢٠٠ فولت يتردد ٥٠ ذبذبة ويعطى ٢٥ فولت ثانوى فاذا كان سمك مجموعة الرقائق ٥ سم وعرض لسان الرقيقة ٢٥ سم أوجد عدد لفات الابتدائى والثانوى .

الحل

$$\begin{aligned} \text{مساحة مقطع القلب} &= 5 \times 25 = 125 \text{ سم}^2 \\ \text{قيمة الفيض الكلى} &= 125 \times 10000 = 1250000 \text{ خط} \\ \text{عدد لفات الابتدائى} &= \frac{10^8 \times 200}{1250000 \times 50 \times 444} = 72 \text{ لفة} \\ \text{عدد لفات الثانوى} &= \frac{10^8 \times 25}{1250000 \times 50 \times 444} = 9 \text{ لفة} \end{aligned}$$

ملاحظات هامة

من الشرح السابق والخاص بالمحولات يمكن استعمال القانون الخاص بعدد لفات الفولت الواحد بالنسبة للمحولات ذات اقدرة الصغيرة حتى واحد كيلوات مع مراعاة أن مساحة مقطع القلب الفعلية تقل عن المساحة المحسوبة بقليل ويمكن الاستعانة بالجدول الخاص لذلك حيث نجد مثلا أن القلب الذى مساحته واحد بوصة مربعة مساحته الحقيقية هي ٩. بوصة مربعة وهكذا باقى المساحات وعلى هذا نجد عند حساب عدد لفات الملف الثانوى تزداد عدد لفاته بنسبة ٥٪ لتعويض الفقد فى حالة الحمل واللاحمل. أما القانون الثانى والخاص بحساب عدد لفات الملف كاملا فيمكن استعماله بالنسبة للمحولات ذات القدرة من واحد كليوات الى ثلاثة كيلوات عند استعمال قيمة الفيض (١٠٠٠٠ خط) لكل سنتيمتر مربع وعند تردد قيمته من (٤٠ الى ٦٠ ذبذبة) .

أما المحولات من ثلاثة كيلوات الى ثمانية كيلوات يمكن استعمال قيمة الفيض (٨٥٠٠) . وإذا زادت القدرة أكثر من ذلك حتى ٢٠ كيلوات نجد أن عدد الخطوط المستعملة تصل الى (٦٠٠٠ خط) هذا ويجب مراعاة هبوط

الفولت في الملف الثانوى عند حساب عدد لفاته في حالة ما بين الحمل
اللاحمل ويمكن اعتبار هذا الهبوط بمقدار ٢٥٪ تضاف الى فولت
الثانوى .

وعلى هذا يمكن يمكن حساب عدد لفات الملف الثانوى كالآتى :

$$\frac{\text{عدد لفات الابتدائى} \times (\text{فولت الثانوى} + \text{مقدار الهبوط})}{\text{فولت الابتدائى}}$$

البيان الكامل لحساب المحول

يمكن تحديد قدرة أى مجموعة رقائى محولات دون الرجوع الى
الجداول الخاصة بذلك عن طريق القانون الآتى للمحولات ابتداء من ٥ رات
الى ٥ كيلوات وكذلك حساب قطر السلك اللازم لعمل الملفات .

حساب قدرة المحول

- ١ — أوجد مساحة مقطع القلب الحديدى بالسنتيمتر المربع مع الدقة
في القياس .
- ٢ — أوجد مربع هذه المساحة ويكون الناتج هو قدرة المحول بالوات .
- ٣ — استعمل الفيض المغناطيسى المناسب للوحدة المربعة .

مثال

مجموعة رقائى محول فيها عرض اللسان ٢٥ سم وسبك مجموعة
هذه الرقائى ٥ سم والمطلوب معرفة قيمة قدرة هذا المحول .

الحل

مساحة مقطع القلب الحديدى = $٥ \times ٢٥ = ١٢٥$ سم^٢
مربع مساحة مقطع القلب = $١٢٥ \times ١٢٥ = ١٥٦٢٥$.
قدرة المحول يمكن اعتبارها ١٥٠ وات بدلا من ١٦٥٢ وات وهى في
صالح المحول .

حساب قطر السلك

- ١ — أوجد شدة التيار في الملف الابتدائى والملف الثانوى من القدرة
وضغط كل منهما .

- ٢ — استعمال الرقم الثابت (٠.٦٥) .
 ∴ قطر السلك في الابتدائي = $0.65 \times \sqrt{\text{شدة تيار الابتدائي}} = \text{مم}$
 ∴ قطر السلك في الثانوي = $0.65 \times \sqrt{\text{شدة تيار الثانوي}} = \text{مم}$
 هذا ويمكن استعمال الرقم (٤٥) مع مساحة مقطع القلب الحديدي بالسنتيمتر المربع في حالة ايجاد عدد لفات الفولت الواحد وذلك بقسمة العدد (٤٥) على مساحة مقطع القلب .

نموذج كامل لمحول يراد لفه

مثال

مجموعة رقائيق محول فيها عرض لسان القلب ٢ر٥ سم وسلك مجموعة الرقائيق ٥ سم يراد تنفيذ محول من هذه الرقائيق يعمل على ضغط ٢٢٠ فولت ويعطى ١١٠ فولت .

الحل

$$\begin{aligned} \text{مساحة مقطع القلب الحديدي} &= ٥ \times ٢٥ = ١٢٥ \text{ سم} \\ \therefore \text{قدرة هذا المحول} &= ١٢٥ \times ١٢٥ = ١٥٦ \text{ وات} \\ \text{عدد لفات الفولت الواحد} &= ٤٥ \div ١٢٥ = ٣ر٦ \text{ لفة} \\ \text{عدد لفات الابتدائي} &= ٢٢٠ \times ٣ر٦ = ٩٧٢ \text{ لفة} \\ \text{عدد لفات الثانوي} &= ١١٠ \times ٣ر٦ = ٣٩٦ \text{ لفة} \\ \text{شدة التيار في الابتدائي} &= ١٥٦ \div ٢٢٠ = ٠.٧ \text{ أمبير} \\ \text{شدة التيار في الثانوي} &= ١٥٦ \div ١١٠ = ١ر٤ \text{ أمبير} \\ \therefore \text{قطر سلك الابتدائي} &= 0.65 \times \sqrt{0.7} \\ 0.65 \times 0.84 &= 0.٥٤ \text{ مم} \\ \therefore \text{قطر سلك الثانوي} &= 0.65 \times \sqrt{1.4} \\ 0.65 \times 1.18 &= 0.٧٧ \text{ مم} \end{aligned}$$

بهذا النموذج الكامل للقدرة وقطر السلك وعدد اللفات يمكن تنفيذ محول معلوم البيان من أى مجموعة رقائيق .

نموذج آخر لحساب قدرة المحول

بهذا النموذج الكامل للقدرة وقطر السلك وعدد اللفات يمكن تنفيذ محول معلوم البيان من أى مجموعة رقائق .

من تجميع البيانات الآتية يمكن حساب قيمة القدرة لمحول وجه واحد .

١ — ف = عدد ذبذبات ضغط الينبوع المستعمل .

٢ — خ = عدد الخطوط المغناطيسية الكلية لمساحة مقطع القلب .

٣ — ل = عدد لفات الابتدائى او الثانى .

٤ — ش = شدة التيار بالأمبير للابتدائى ١ والثانوى .

مع ملاحظة عند الأخذ فى البند ٣ بعدد لفات الابتدائى ناخذ فى البند رقم ٤ بشدة تيار الابتدائى وهكذا إذا اخذنا بالثانوى .

$$\text{قيمة القدرة} = \frac{٤٤٤ \times ف \times خ \times ل \times ش}{١٠٠٠ \times ١٠} = \text{كيلو فولت أمبير}$$

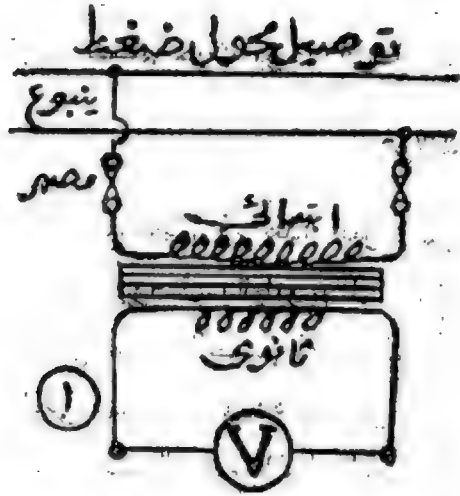
وإذا طبقنا القانون بالنسبة للنموذج السابق لوجدنا القدرة فى النموذجين متقاربة جدا وعلى هذا يكون حساب القدرة للمثال السابق هو :

$$١ - \text{قيمة الفيض المغناطيسى الكلى لمساحة مقطع القلب} = ١٢٥٠٠٠ \times ١٠٠٠٠ = ١٢٥٠٠٠ \text{ خط}$$

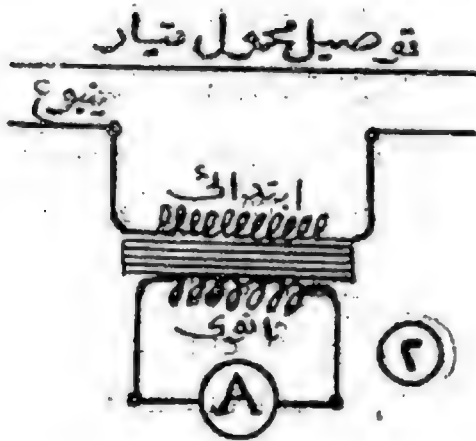
$$٢ - \text{قيمة القدرة} = \frac{٧ \times ٧٩٢ \times ١٢٥٠٠٠ \times ٥٠ \times ٤٤٤}{١٠ \times ١٠٠٠ \times ١٠ \times ١٠٠} = ١٠٥٤ \text{ ر. كيلو فولت أمبير}$$

وإذا تورنت القدرة فى المثال السابق نجدها ١٠٥٦ ر. كيلوفولت أمبير .

محولات التيار

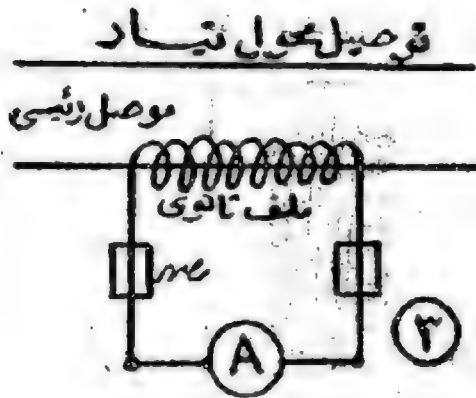


يستعمل محول التيار في الدوائر الكهربائية التي تكون فيها شدة التيار عالية بالنسبة للأجهزة الخاصة بقياسها مثل الأمبيرمترات فيمكن بواسطة هذا المحول خفض قيمة شدة التيار بمقدار يناسب أجهزة القياس .



ويتركب هذا النوع من المحولات من ملف ابتدائي بعدد لفات قليلة وذات مقطع كبير يتناسب مع تيار الحمل الكامل في الدائرة الرئيسية كما يوجد ملف ثانوي بعدد لفات كثيرة وذات مساحة مقطع صغيرة مناسبة لشدة التيار المنخفضة وهو التيار الواصل لجهاز القياس .

هذا ويصل الملف الابتدائي في هذا النوع بالتوالي مع الينبوع كما هو موضح بالرسم (٢) وتوصل أجهزة القياس بالملف الثانوي .



هناك نوع آخر من محولات التيار ويستعمل لقياس شدة التيار في القضبان الرئيسية ولها تركيب خاص يختلف عن النوع السابق ذكره حيث نجد أن الموصل الرئيسي يمثل الملف الابتدائي للمحول أما الملف الثانوي عبارة عن عدد من اللفات على الموصل وطرفي الملف الثانوي توصل بثقطين جهاز القياس كما هو موضح بالرسم (٣) .

محولات اللحام

في ماكنات اللحام للمعادن نجد أن الماكينة المستعملة تكون حسب نوع اللحام حيث يوجد اللحام بالقوس الكهربى واللحام بالنقطة .

محولات بالقوس الكهربى

يستعمل في هذا النوع من اللحام محول كهربى وجه واحد به ملف ابتدائى يوصل بالتيار . أما الملف الثانوى يوصل أحد طرفيه بقاعدة حديد يوضع عليها الجسم المراد لحامه ويوصل الطرف الثانى بقطب اللحام الذى يغطى بمادة مساعدة للصهر ومن تلامس قطب اللحام وهو عبارة عن قضيب معدنى مع الجسم المراد لحام يحدث قصر فى الدائرة ويرفع القطب المعدنى قليلا عن الجسم تحدث شرارة القوس الكهربى .

هذا ويمكن استعمال محول ثلاثة أوجه لهذه العملية بحيث يحتوى على مقاومة وممانعة لتنظيم شدة التيار المستعملة .

كما توجد ماكينة المحرك / المولد وهى عبارة عن محرك يدير مولد تيار مستمر ويمتاز هذا المولد بأن عضو استنتاجه يتحمل القصر المستمر فى الدائرة والرسم الآتى يبين محول وجه واحد مسعمل فى عملية اللحام :

١ — الملف الابتدائى للمحول .

٢ — الملف الثانوى .

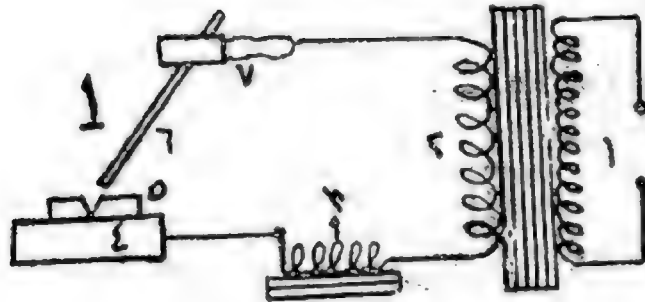
٣ — ملف القاطر لتنظيم شدة التيار .

٤ — القاعدة الحديد .

٥ — الجسم المراد لحامه .

٦ — القطب المعدنى .

٧ — المقبض للقطب المعدنى .



لحام النقطة

تستعمل هذه الطريقة بدلا من طريقة البرشام بالمستامير وهى احدى طرق اللحام بالمقاومة ويستعمل فيها محول كهربى .

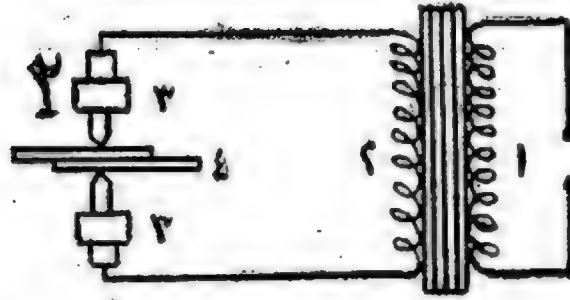
يوصل طرفى الملف الابتدائى بالينبوع اما طرفى الثانوى يوصلا بزنتين كل منهما لها دليل محورى (فتيل) لتقريب او ابعاد المسافة بينهما ويوضع بينهما الجسمين المراد لحامهما ويضغط الزنتين على الجسمين يحدث القصر ثم يحدث الاندماج بين المعدنين .
الرسم يوضح ماكينة لحام بالبرشام بالنقطة .

١ - الملف الابتدائى للمحول .

٢ - الملف الثانوى .

٣ - الزنتين .

٤ - المعدن المراد لحامه .



فى المحولات الخاصة بلحام الواح ذات سمك كبير ونظرا لارتفاع درجة الحرارة فى طرفى الملف الثانوى لارتفاع شدة التيار تتم عملية تبريد بالمياه عن طريق مواسير حول طرفى الثانوى .

محولات الثلاثة اوجه

تتكون محولات الثلاثة اوجه من ثلاثة (قوائم) قلوب حديدية تصنع من رقائق من الصلب ويركب على كل من هذه القلوب الثلاثة ملف التغذية (الابتدائى) وملف الاستنتاج (الثانوى) اذا كان نوع المحول استنتاجى او توضع ملفات جميع ما بين الابتدائى والثانوى اذا كان من النوع النفسى .

نظرا لتواجد ثلاثة ملفات كل من الابتدائى والثانوى وفى حالة التغذية يكون الينبوع له ثلاثة اطراف يجب أيضا أن نحول الأطراف الستة الملفات

الثلاثة الى ثلاثة اطراف اما بطريقة النجمة أو الدلتا وذلك حسب ما هو مبين في الطرق الآتية :

- ١ — توصيل ملفات الابتدائي والثانوى نجمة .
- ٢ — توصيل ملفات الابتدائي والثانوى دلتا .
- ٣ — توصيل ملفات الابتدائي نجمة وملفات الثانوى دلتا .
- ٤ — توصيل ملفات الابتدائي دلتا وملفات الثانوى نجمة .

حساب محول ثلاثة أوجه

عند حساب مساحة مقطع القلب الواحد يكون على أساس $\frac{1}{3}$ القدرة الكلية للمحول أى اذا كان المحول قدرته مثلا ٣٠٠٠ كيلو وات فان كل قائم (قلب) يصمم على أنه يختص بقدرة مقدارها $3000 \times \frac{1}{3} = 2000$ كيلو وات أما في حساب الدائرة الكهربائية فقدرة كل قائم $= \frac{1}{3}$ القدرة الكلية .

$$\therefore \text{مساحة مقطع القلب بالنجم} = \frac{\text{عدد ثابت}}{\sqrt{3}} \times \frac{\text{القدرة في القائم}}{\text{التردد}}$$

والعدد الثابت يستعمل (٧) للقدرة حتى ١٠٠٠٠ وات والعدد (٩) للقدرة أكبر من ذلك . مع مراعاة مقاومة ونظام التبريد حتى يكون المفقود في الحديد أقل ما يمكن .

حساب القدرة للمحول

لحساب قدرة محول ثلاثة أوجه نستعمل البيانات الآتية :

- ١ — عدد ذبذبات ضغط الزنبروع وهى ف .
- ٢ — قيمة الخطوط المغناطيسية الكلية وهى خ .
- ٣ — عدد اللفات فى الابتدائي أو الثانوى وهى ل .
- ٤ — شدة التيار فى الابتدائي أو الثانوى وهى ش .
- ٥ — قيمة جذر ثلاثة وهى ١.٧٣٢ .
- ٦ — الرقم الثابت ٤٤٤ ، ١٠ ، ١٠٠٠ .

$$\text{القدرة لمحول ثلاثة أوجه} = \frac{444 \times ف \times خ \times ل \times ش}{1.732 \times 1000}$$

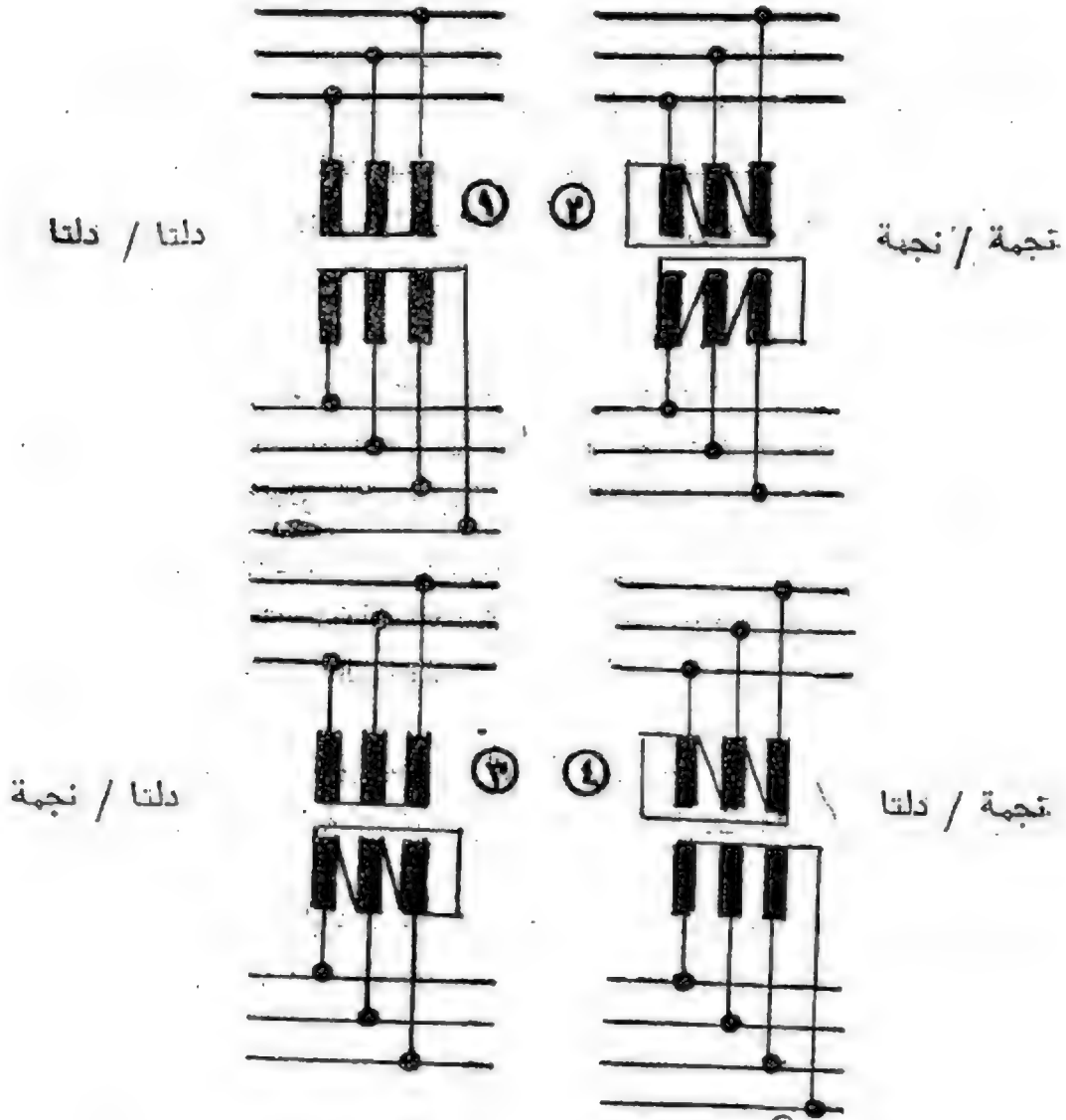
= كيلو فولت أمبير .

بالنسبة لعدد الف نستعمل القانون الآتى :

$$\text{الفولت} = \frac{\{ \text{الذبذبة} \times \text{قيمة الفيض المغناطيسى} \times \text{عدد اللفات} \}}{10^8}$$

فى القانون السابق اذا كان الفولت هو فولت الابتدائى يكون عدد اللفات ابتدائى اذا كان خاص بالثانوى كانت عدد اللفات للثانوى .

أما مساحة مقطع السلك فهى تحسب على أساس قدرة المحول وشدة وضغط كل من الابتدائى والثانوى .



محركات التيار المتغير

محرك الوجه الواحد

تختلف أنواع محركات التيار المتغير التي تعمل على تيار ذو وجه واحد فمنها المحرك العام (يونيفرسال) وهذا المحرك يعمل على كل من التيار المستمر والمتغير حيث يتكون من أجزاء تشبه أجزاء محركات التيار المستمر وهى العضو الدائر عضو استنتاج كامل من حيث الرقائق والمجارى والملفات وعضو التوزيع بالإضافة الى الأقطاب البارزة والمصنوعة من رقائق وعليها الملفات وكذا الفرش الكربونية ، وهذا النوع يستعمل بكثرة فى محركات ماكينات الخياطة والخلاط وبعض المراوح الصغيرة .

يأتى بعد هذا نوع آخر وهو المحرك ذو الأقطاب البارزة ذات الملف المقصور كما هو موضح بالرسم أما العضو الدائر فهو من نوع قفص السنجاب وهذا النوع من المحركات يعمل على التيار المتغير فقط ويستعمل فى القدرات الصغيرة بالنسبة لخصائص الأجزاء التي يتكون منها وخاصة نوع الأقطاب .

ولما كان النوعين السابقين لا يستعمل الا فى القدرات الصغيرة فتد تم تصميم نوع آخر يستعمل فى القدرات الكبيرة وهو يتكون من جزئين أساسيين هما العضو الثابت ويتكون من مجموعة رقائق من الصاج يوجد بها عدد من المجارى تشبه مجارى عضو الاستنتاج ولكنها من الداخل ويوضع بها الملفات المكونة لقطبيه المحرك ثم الجزء الثانى وهو العضو الدائر وهو نوع قفص السنجاب .

وهذا النوع الأخير ينقسم الى نوعين بالنسبة للأجزاء الإضافية والتي لها دخل فى عملية تشغيله وكذا بالنسبة لطريقة تقسيم كل نوع للف .

١ — محرك وجه واحد مزود بفتح طرد مركزى وله طريقته الخاصة لتشغيله وكذا طريقة تقسيمه للف .

٢ — محرك وجه واحد غير مزود بفتح طرد مركزى وله أيضا طريقته الخاصة لتشغيله وكذا طريقة تقسيمه للف .

المحرك المزود بمفتاح طرد مركزي

نوعيات هذا المحرك المزود بمفتاح طرد مركزي كثيرة ونذكر منها الآتى :

- ١ — محرك غير مزود بمكثف .
- ٢ — محرك مزود بمكثف .
- ٣ — محرك يشترك فيه مجارى تقويم مع تشغيل فى مجرى أو أكثر تحت كل قطب .
- ٤ — محرك مزود بمكثفين .

جميع هذه المحركات تقسم فيها عدد مجارى المحرك على أساس $\frac{1}{2}$ الجارى لللفات التشغيل $\frac{1}{2}$ الجارى لللفات التقويم .

١ — المحرك الغير مزود بمكثف : فى هذا المحرك حيث تكون مساحة مقطع سلك التشغيل كبيرة ومقاومتها صغيرة ومساحة مقطع سلك التقويم صغيرة ومقاومتها كبيرة الأمر الذى ينتج عنه مجالين بينهما زاوية وجه الا اننا نجد أن قيمة هذه الزاوية اقل من ٩٠ درجة وعلى هذا يكون عزم بدء الدوران ضعيف ولكنه كافيا لتشغيل المحرك عند تغذيته بالتيار بدون حمل ويرجع هذا للنسبة اختلاف مقاومة وممانعة نوعى الملفات (تشغيل وتقويم) . لذا نجد هذا المحرك تكون فيه شدة التيار كبيرة عند بدء التشغيل حتى ينفصل التقويم .

٢ — المحرك المزود بمكثف : ويسمى بالمحرك السعوى السبدء وفيه يوصل المكثف المناسب لقدرة المحرك بالتوالى مع ملفات التقويم فيعمل هذا المكثف على جعل تيار ملفات التقويم يسبق تيار الينبوع وهنا نحصل على مجال دائرى منتظم أكثر من النوع الغير مزود بمكثف كما نجد أن زاوية الوجه يحدث بها تحسن حيث تصل الى ما يقرب من ٩٠ درجة وهنا نحصل على عزم بدء دوران أكبر مع شدة تيار اقل مع ملاحظة أن استعمال المكثف فى هذا المحرك يتبعه تغير فى مساحة مقطع سلك ملفات التقويم بالنسبة لمساحة مقطع السلك فى المحرك الغير مزود بمكثف مع الاحتفاظ بعدد اللفات لذا نجد أن هذا المحرك اذا استبعد منه المكثف أو اذا حدث له تلف نجد المحرك عند تغذيته بالتيار لا يشتغل ولا بد من تغييره بأخر سليم .

٣ — المحرك الذى تشترك فيه ملفات التقويم مع ملفات التشغيل فى مجرى واحدة أو أكثر من مجرى تحت كل قطب تشغيل مع تواجد مجارى للنفات مستقلة للتشغيل والتقويم وعملية الاشتراك هى أيضا وسيلة لتحسين زاوية الوجه وبالتالي تحسين عزم بدء دوران حتى تنفصل ملفات التقويم .

٤ — المحرك المزود بمكثفين : فى هذا المحرك نجد مكثفين احدهما كبير السعة وهو مكثف بدء ومكثف سعة صغيرة وهو مكثف تشغيل والمكثفين متصلين بالتوازي مع بعضها مع ملاحظة أن سعة المكثف الكبيرة تقرب من أربعة اضعاف السعة الصغيرة وذلك للحصول على عزم بدء دوران ذو درجة عالية — أما عن التوصيلات فى هذا المحرك نجدها تختلف عن الموجودة فى المحركات السابقة لاننا نجد أن المكثف ذو السعة الكبيرة هو المتصل بمفتاح الطرد المركزى وهو الذى ينفصل عندما يأخذ المحرك سرعته وتبقى ملفات التقويم متصلة بالتوازي مع المكثف ذو السعة الصغيرة متصلين بالتيار وبالتوازي مع ملفات التشغيل .

والرسومات الآتية تبين الوضع فى الأنواع الأربعة السابق ذكرها .

تقسيم المحرك المزود بمفتاح طرد مركزى

قبل أن نتكلم عن خطوات التقسيم يجب توضيح الآتى :

يوجد فى هذا المحرك نوعين من الملفات الأولى وهى الأساسية وتسمى بملفات التشغيل وهى تحمل تيار الحمل وتحسب من حيث مساحة مقطع السلك وعدد لفات كل ملف على أساس قدرة سرعة المحرك وكذا ضغط وتردد التيار الذى يعمل عليه هذا المحرك .

والملفات الثانية وهى اضافية وتسمى بملفات التقويم أو البدء أو المساعدة وهى خاصة بتقويم المحرك من السكون الى الحركة وتحسب من حيث مساحة مقطع السلك وعدد لفات كل ملف على أساس عزم بدء الدوران .

ونظرا لتشغيل هذا المحرك على تيار متغير وجه واحد نجد اذا وضعت ملفات التشغيل فقط لا يحدث دوران تلقائى الا اذا حركنا العضو الدائر

بأى وسيلة خارجية لذا وضعت ملفات التقويم لتقوم بعمل هذه الوسيلة الخارجية وتحرك العضو الدائر عند تغذية المحرك بالتيار والسبب في ذلك هو عدم وجود زاوية وجه للتيار ذو الوجه الواحد فبوضع التقويم تعمل على خلق وجه آخر من الوجه الأصلي فتتواجد زاوية وجه بينهما مقدارها ٩٠ درجة تقريبا فيتواجد عزم الدوران ويتحرك العضو الدائر .

ولكى تقوم ملفات التقويم بعملها وإيجاد زاوية الوجه المطلوبة والتي يترتب عليها تواجد عزم بدء الدوران لابد أن تختلف ملفات التقويم عن ملفات التشغيل في الآتى :

- ١ — عدد مجارى كل منهما .
 - ٢ — مساحة مقطع سلك كل منهما .
 - ٣ — عدد لفات ملف كل منهما .
- بالإضافة الى تواجد المكثف في بعض الحالات ومتصل مع ملفات التقويم .
- بهذه الاختلافات بين التشغيل والتقويم تتواجد زاوية الوجه اللازمة لدوران العضو الدائر .

خطوات التقسيم

- ١ — معرفة سرعة المحرك التى منها يمكن تحديد عدد أقطاب المحرك .
- ٢ — معرفة عدد المجارى الكلية للمحرك .
- ٣ — تحديد عدد مجارى ملفات التشغيل على أساس $\frac{2}{3}$ مجارى المحرك .
- ٤ — تحديد عدد مجارى ملفات التقويم على أساس $\frac{1}{3}$ المحرك .
- ٥ — تحديد عدد مجارى كل قطب من أقطاب التشغيل من قسمة عدد مجارى التشغيل ÷ عدد أقطاب المحرك .
- ٦ — تحديد عدد مجارى كل قطب من أقطاب التقويم من قسمة عدد مجارى التقويم ÷ عدد أقطاب المحرك .
- ٧ — نوعية اللف في هذا المحرك اختبر لف الجانب الواحد في المجرى .
- ٨ — نوعية الخطوة اختبر في هذا المحرك الخطوة المتداخلة ذات الجناحين .
- ٩ — مقدار الخطوة : نظرا لتواجد أكثر من متداخلة نعلينا أولا معرفة خطوة الملف الأصغر .

نجد دائما ان عدد مجارى قطب التقويم تقع في وسط ملفات قطب التشغيل ومن هذا الوضع يمكن معرفة قيمة خطوة الملف الأصغر للتشغيل ثم باقى الملفات .

(أ) خطوة الملف الأصغر تشغيل = عدد مجارى قطب التقويم + ٢ = مجرى
(ب) خطوة الملف الثانى تشغيل = خطوة الملف الأصغر + ٢ = مجرى
وهكذا لباقى الملفات اذا كان هناك ثالث تكون خطوته الثانى زائد اثنين
أما خطوة ملفات التقويم فهى عكس التشغيل لأننا سناخذ بعدد مجارى قطب التشغيل زائد اثنين للملف الأصغر ثم باقى الملف بعد ذلك بزائد مجرتين للخطوة السابقة .

مثال لتقسيم محرك

محرك وجه واحد العضو الثابت يحتوى على ٢٤ مجرى يعطى سرعة ١٤٥٠ لفة / دقيقة يراد تقسيمه لاعادة لفة مع رسم الانفراد لتوضيح الأنواع الثلاثة الغير مزود بمكثف والذي تشترك فيه لفات التقويم مع لفات التشغيل .

- ١ — سرعة المحرك = ١٤٥٠ لفة/دقيقة = ٤ أقطاب
- ٢ — عدد المجارى الكلية = ٢٤ مجرى .
- ٣ — عدد مجارى التشغيل الكلية = ٢٤ × ٢ = ١٦ مجرى
- ٤ — عدد مجارى قطب التشغيل = ١٦ ÷ ٤ = ٤ مجرى
- ٥ — عدد مجارى التقويم الكلية = ٢٤ × ٢ = ٨ مجرى
- ٦ — عدد مجارى قطب التقويم = ٨ ÷ ٤ = ٢ مجرى

٧ — نوع الملف جانب واحد مع قسمة ملفات التشغيل نصفين أى جناحين لتسبيق الملفات .

٨ — نوع الخوة متداخلة .

٩ — خطوة الملف الأصغر = عدد مجارى قطب التقويم + ٢

$$= ٢ + ٢ = ٤ مجرى$$

١٠ — خطوة الملف الثانى = خطوة الملف الأصغر + ٢ = ٤ + ٢ = ٦ مجرى

أو على أساس خطوة الملف الأكبر = عدد مجارى المحرك ÷ عدد الأقطاب

$$= ٢٤ ÷ ٤ = ٦ مجرى$$

خطوة الملف الأصغر = خطوة الأكبر - ٢ = ٦ - ٢ = ٤ مجرى

طريقة تقسيم أخرى لتحديد عدد مجارى قطب التشغيل والتقويم :

عدد مجارى القطب الكامل = عدد مجارى المحرك ÷ عدد الأقطاب .

$$= ٢٤ ÷ ٤ = ٦ مجرى$$

∴ عدد مجارى قطب التشغيل = عدد مجارى القطب الكامل $\times \frac{1}{2}$

$$= 6 \times \frac{1}{2} = 3 \text{ مجرى}$$

∴ عدد مجارى قطب التقويم = عدد مجارى القطب الكامل $\times \frac{1}{3}$

$$= 6 \times \frac{1}{3} = 2 \text{ مجرى}$$

توصيل الملفات

بعد استكمال وضع جميع ملفات التشغيل وملفات التقويم تنفذ بعد ذلك عملية توصيل مجموعات ملفات التشغيل مع بعضها بالتوالى مع مراعاة دخول وخروج التيار الكهربى فى كل مجموعة وذلك لتكوين القطبية المختلفة التى يتكون منها عدد أقطاب المحرك وهكذا بالنسبة لملفات التقويم مع ملاحظة أن أى مجموعة ملفات يقع جانبها الأول تحت قطب ويقع جانبها الآخر تحت قطب آخر مخالف .

بعد تنفيذ جميع المعلومات السابق شرحها يبقى تجهيز اطراف توصيل المحرك على التيار وهذه العملية لها وضعان بالنسبة لطرفى ملفات التشغيل وطرفى ملفات التقويم وطرفى الطرد المركزى وطرفى المكثف اذا وجد .

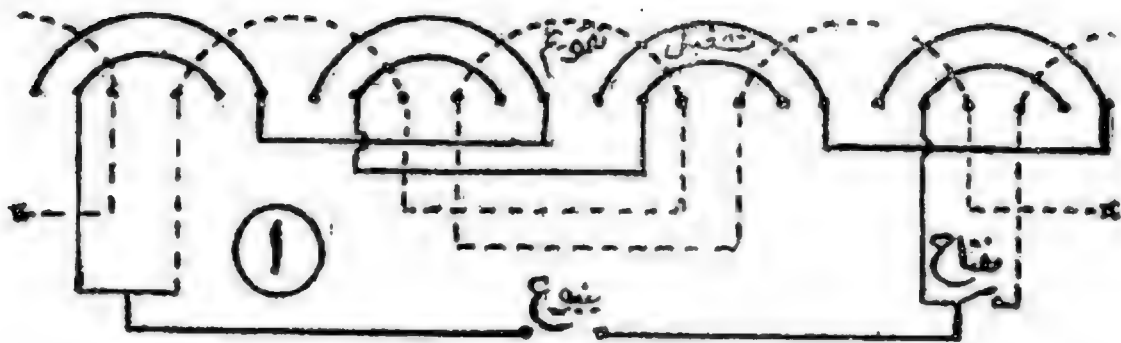
اولا — اذا كان المحرك مزود مكثف نجد أن ملفات التقويم تتصل بالتوالى مع المكثف ومع المفتاح الخاص بقطع التيار سواء كان من نوع الطرد المركزى أو نوع آخر كما تتصل هذه المجموعة بأكملها بالتوازى مع طرفى التشغيل والتيار .

ثانيا — اذا كان المحرك بدون مكثف نجد ملفات التقويم تتصل بالتوالى مع مفتاح الطرد المركزى أو مع مفتاح عادى وكثرى أو مفتاح قلاب ثم بالتوازى هذه المجموعة مع ملفات التشغيل والتيار .

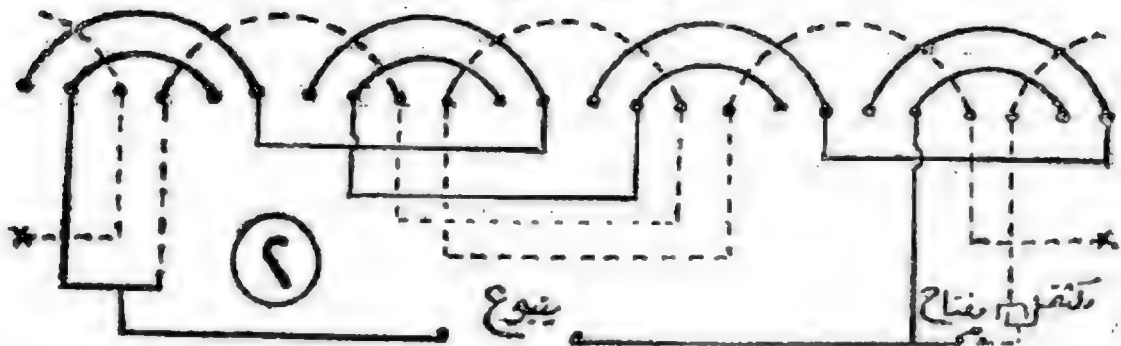
هذا ويمكن عكس حركة دوران المحرك عن طريق عكس اتجاه سير التيار الكهربى أما فى ملفات التقويم وأما فى ملفات التشغيل بحيث تكون قطبية التقويم متقدمة أو متأخرة ولذلك نجد عند توصيل مجموعات ملفات التشغيل وتوصيل مجموعات ملفات التقويم عدم الارتباط بينهما من حيث سير التيار وتكوين القطبية والرسومات الآتية توضح هذا .

ملاحظة : اذا كان عدد مجموعات ملفات أقطاب التشغيل تساوى عدد أقطاب المحرك أى اذا كان مثلاً عدد مجموعات الملفات أربعة وعدد الأقطاب أربعة يكون توصيل المجموعات مع بعضها بطريقة توصيل نهاية المجموعة الأولى مع نهاية المجموعة الثانية وبداية الثانية مع بداية الثالثة وهكذا نهاية مع نهاية وبداية مع بداية أما اذا كان عدد المجموعات نصف عدد الأقطاب كون التوصيل نهاية الأولى مع بداية الثانية وهكذا مع باقى المجموعات .

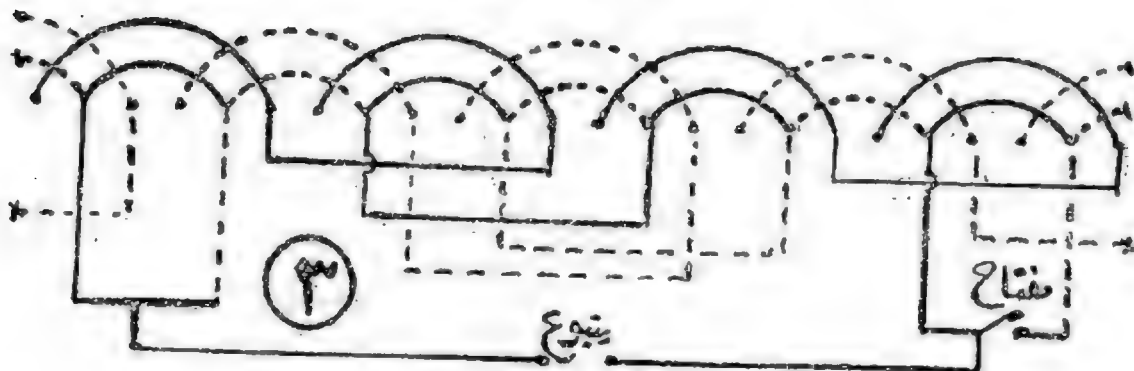
الحالات الأربعة لمحرك بمفتاح طرد



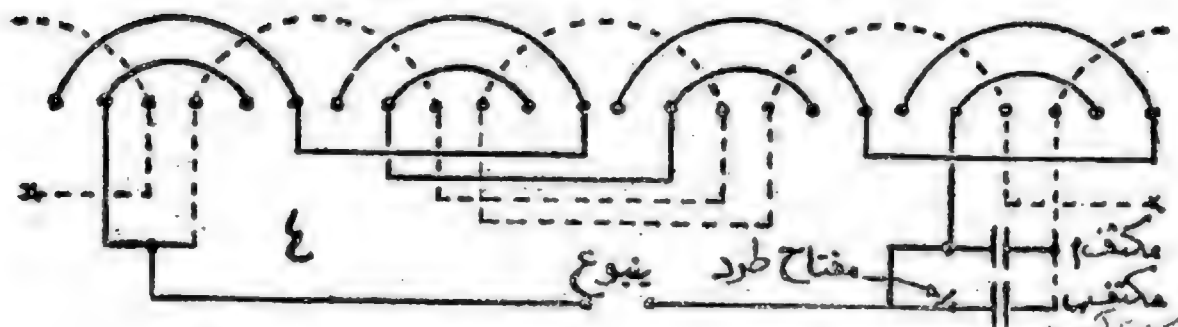
محرك بدون مكثف



محرك مزود بمكثف



محرك تشترك فيه ملفات التقويم مع التشفيل

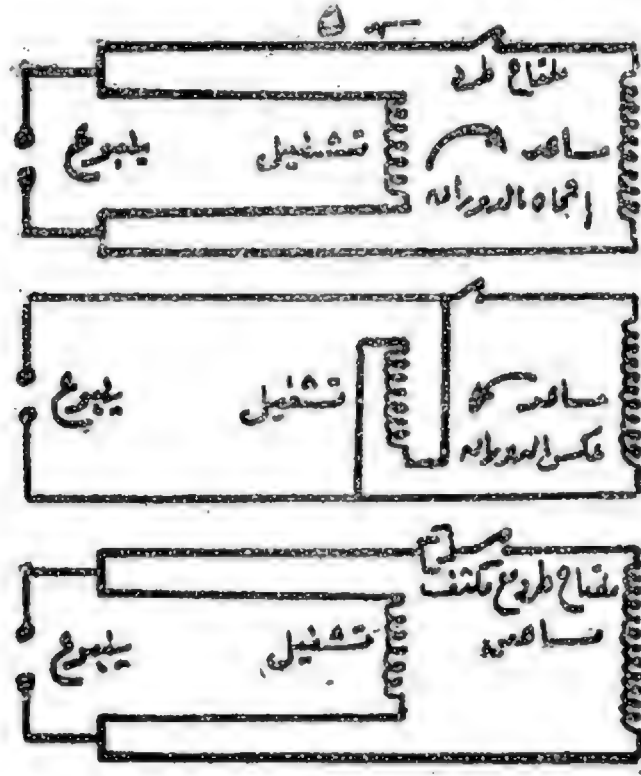


محرك فيه مكثفين ١ سعة صغير ٣ ب سعة كبيرة متصل بالمفتاح

محققان، به خصوص

عكس اتجاه الدوران لحرك مزود بهفتاح مركزي

ويمكن تنفيذ هذا إما عن طريق عكس سير التيارات في ملفات التقويم أو عكس سير التيار في ملفات التشغيل .



ملاحظة هامة : في بعض محركات الوجه الواحد المزودة بمفتاح طرد مركزي يحدث عدم التقيد بقيمة $\frac{1}{2}$ المجارى للتشغيل ، $\frac{1}{2}$ المجارى للتقويم فمثلا اذا كان المحرك ٢٤ مجرى ٦ قطب يكون $\frac{1}{2}$ المجارى ١٢ مجرى تشغيل ، $\frac{1}{2}$ المجارى ٨ مجرى للتقويم وعند حساب عدد مجارى قطب كل من التشغيل والتقويم يكون عدد مجارى قطب التشغيل = $12 \div 6 = 2$ مجرى والتقويم $8 \div 6 = 1 \frac{1}{3}$ مجرى وتصريف هذا الوضع يكون برفع عدد ٢ مجرى من مجارى التقويم فتصبح ٦ مجرى واضافتها الى مجارى التشغيل فتصبح ١٨ مجرى وعلى هذا يكون قطب التشغيل ٣ مجرى والتقويم مجرى واحدة واضبط زاوية الوجه اما ان نضيف مكثف للتقويم او نشرك عدد من الملفات للتقويم مع التشغيل في مجرى او اكثر تحت كل قطب او نرفع مساحة مقطع سلك التقويم وفي هذه الحالة يكون في بعض الحالات مساحة مقطع التقويم اكبر من التشغيل مع ملاحظة انه يترتب على هذه التعديلات عمل حسابات جديدة لكل من التشغيل والتقويم للملفات .

تقسيم المحرك الغير مزود

بمفتاح طرد مركزي

نتعرف أولا على هذا النوع من المحركات فهو لا يختلف عن الانواع السابقة من ذات العضو الثابت والعضو الدائر الا انه لا يحتوى على مفتاح الطرد المركزي وبالتالي لا يوجد بهذا المحرك ملفات تفصل عن التيار عندما يأخذ المحرك سرعته ولهذا يمتاز هذا المحرك بأنه يقوم بالحمل مباشرة عكس النوع السابق لابد من اخذ المحرك سرعته وفصل ملفات التقويم ثم يحمل يتحمل .

يوجد بهذا المحرك مجموعتين من الملفات يخص كل مجموعة نصف عدد مجارى المحرك الكلية كما نجد مساحة مقطع سلك ملفات المجموعتين واحد وعدد لفات الملفات واحدة اى بخلاف النوع المزود بمفتاح طرد مركزي الذى نجد فيه كل من ملفات التشفيل والتقويم لكل منهما عدد مجارى محدد ومساحة مقطع تختلف عن الآخر وكذا عدد لفات الملف لا تتساوى بين الاثنين .

بالنسبة لتساوى كل شئ لملفات المجموعتين وللحصول على زاوية وجه عند بدء دوران المحرك نجد لابد من تزويد هذا المحرك بمكثف يوضع بالتوالى مع مجموعة من المجموعتين مع مراعاة ان يكون المكثف مناسب لقدرة المحرك والضغط الذى يعمل عليه كما يمكن عكس اتجاه دوران المحرك عن طريق نقل المكثف من مجموعة الى المجموعة الاخرى فيعمل على تغيير الزاوية من تقديبيه الى تاخرية او العكس .

هناك بعض محركات من هذا النوع نجد سلك ملفات احد المجموعتين يختلف عن سلك ملفات المجموعة الاخرى بنسبة ٥٪ نقص فى مساحة مقطع السلك مع ٥٪ زيادة فى عدد اللفات ويعتبر هذا زيادة فى عملية المكثف الخاصة بضبط زاوية الوجه بين ملفات المجموعتين لذا نجد اتصال المكثف يكون مع مجموعة الملفات المختلفة فى مساحة مقطع السلك وعدد اللفات وعلى هذا يكون وضع المكثف ثابت ولا يجوز نقله الى المجموعة الاخرى لتغيير اتجاه الدوران .

مثال لتقسيم محرك غير مزود

بمفتاح طرد مركزي

محرك وجه واحد غير مزود بمفتاح طرد مركزي العضو الثابت يحتوى على ٢٤ مجرى ويعطى سرعة ١٤٠٠ لفة / دقيقة يراد تقسيمه ورسم الانفراد .

التقسيم

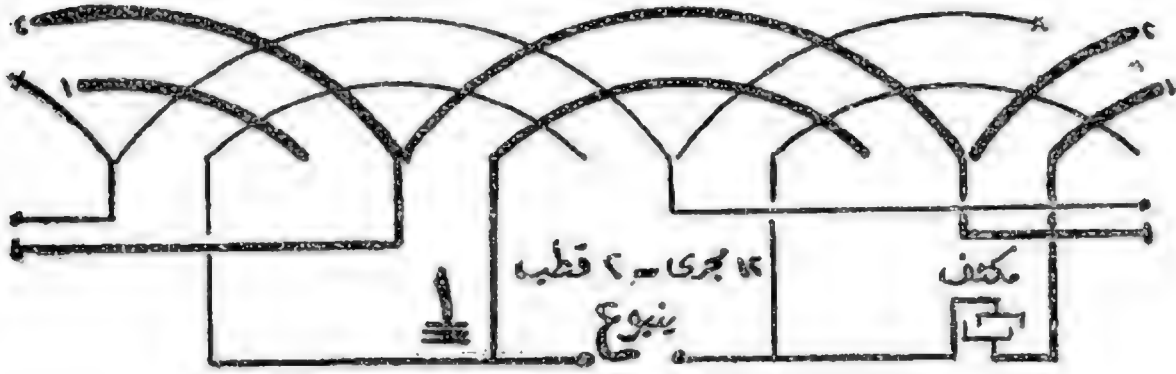
- ١ — سرعة المحرك = ١٤٠٠ لفة / دقيقة = ٤ قطب
- ٢ — عدد مجارى المحرك = ٢٤ مجرى
- ٣ — عدد مجارى كل مجموعة ٢٤ ÷ ٢ = ١٢ مجرى
- ٤ — عدد مجارى كل قطب في كل مجموعة = ١٢ ÷ ٤ = ٣ مجرى
- ٥ — نوعية اللف يمكن استعمال الجانب والجانبين في الجرى .
- ٦ — نوعية الخطوة يمكن استعمال المتداخلة والثابتة .
- ٧ — مقدار خطوة الملف الأصغر في المتداخل = عدد مجارى قطب المجموعة
 $٥ = ٢ + ٣ = ٢ +$
خطوة الملف الثانى = خطوة الأصغر + ٢ = ٥ + ٢ = ٧
خطوة الملف الثالث = خطوة الثانى + ٢ = ٧ + ٢ = ٩

في حالة نوعية اللف جانب واحد تقسم الملفات الثلاثة الى جناحين ملف ونصف أى الملف الأصغر كامل العدد والملف الثانى نصفين أى جانبين فى المجرى كما هو موضح وفى حالة نوعية اللف جانبين فى المجرى نستعمل الملفات الثلاث المتداخلة وبالخطوات السابقة أو نستعمل الملفات الثلاث ثابتة الخطوة (١ — ٧) وهى متوسط الخطوات الثلاثة فى المتداخل .

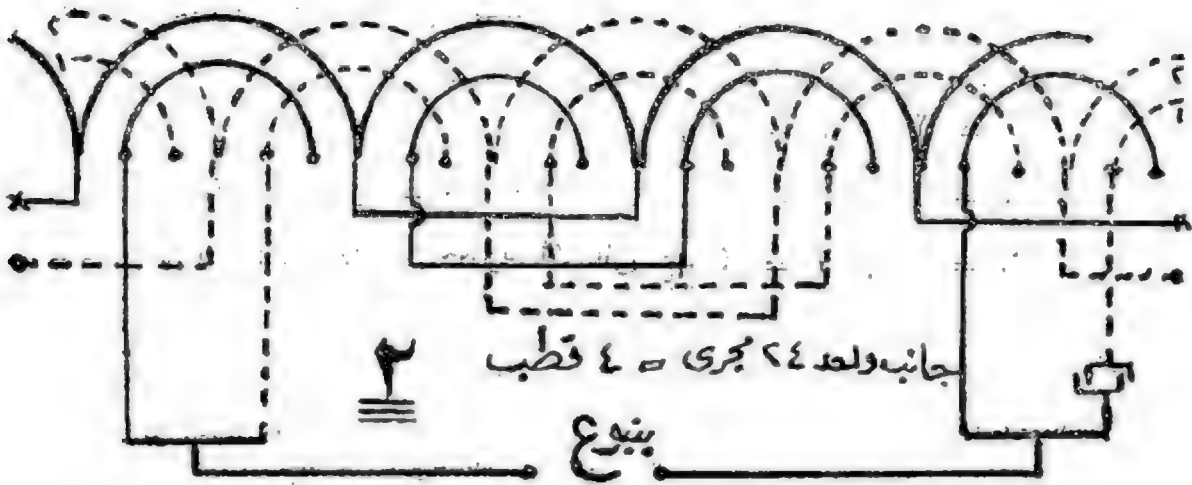
توصل ملفات كل مجموعة بالتوالى مع مراعاة دخول وخروج التيار الحصول على القطبية السليمة فى المحرك هذا ويمكن اعتبار احد المجموعتين بملفات تشغيل والمجموعة الثانية والمتصلة مع المكثف ملفات تقويم .

ملاحظة : فى حالة الجانب الواحد المستعمل فيها قسمة الملف الثانى جناحين لا تنفذ غير متداخلة .

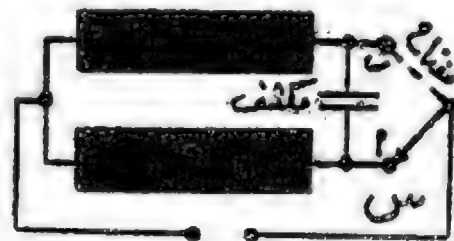
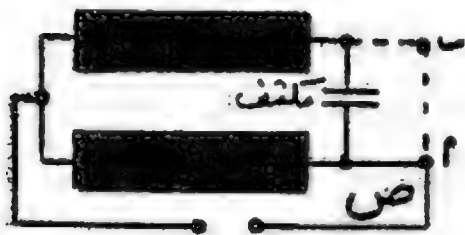
محرك غير مزود بمفتاح طرد ١٢ مجرى ٢ قطب
خطوة ١ — ١٦٥ — ٧ جانب وجانبين



محرك غير مزود بمفتاح طرد ٢٤ مجرى ٤ قطب
خطوة ١ — ١٦٥ — ٧ جانب وجانبين



طريقة عكس اتجاه الدوران بتغير وضع المكثف بالنسبة للمجموعتين.
حسب الرسم في الشكل س نستعمل مفتاح عكس حركة والشكل ص التغير
يدوى فعند نقل التوصيل من أ إلى ب يتغير وضع المكثف .



المحرك التنافرى

يعتبر هذا المحرك احد محركات الوجه الواحد ولكنه يختلف فى تكوينه وطريقة تشغيله عن كل من المحرك المزود بمفتاح طرد مركزى والغير مزود بمفتاح طرد مركزى .

الاجزاء الاساسية

- ١ — العضو الثابت وهو يشبه تماما العضو الثابت لمحركات التيار المتغير .
- ٢ — العضو الدائر وهو عضو استنتاج كامل مثل محركات التيار المستمر .
- ٣ — الفرش الكربونية .

العضو الثابت

تقسيم مجارى العضو الثابت حسب عدد أقطاب المحرك وتوضع فيها الملفات الخاصة بتكوين قطبية المحرك وتوصيل مع بعضها ويبقى طرفى التغذية .

العضو الدائر

تقسيم مجارى العضو الدائر على أساس قطبية المحرك وتوضع فيها ملفات تلحم اطرافها فى قطاعات عضو التوزيع على أساس لحام تموجى .

احداث حركة الدوران

عندما يمر التيار المتغير فى ملفات العضو الثابت ينتج عن ذلك مجال مغناطيسى متغير الاتجاه ويقطع هذا المجال الملفات الموجودة فى عضو الاستنتاج فينتج فيها (ق.د.ك) مستنتجة ولكن هذا التيار المستنتج لا يظهر تأثيره الا فى الملفات الواقعة بين الفرشتين المقصورتين فتحدث نتيجة هذا القصر مغناطيسية فى العضو الدائر تشابه مغناطيسية العضو الثابت وهنا تتم عملية التنافر بين المغناطيسيين ولذا سمي بالمحرك التنافرى بالنسبة للفرش الموجودة على عضو التوزيع نجد لها اربعة حالات هما :

- ١ — عضو توزيع مجوف ويوجد بداخله حلقة زمبركية بها مجموعة ريش نحاسية تتأثر بالقوة الدافعة المركزية أثناء الدوران فتقصر قطاعات عضو التوزيع والفرش الموجودة على هذا العضو هما فرشتان مقصورتان على بعضهما ويمكن عن طريق تحريكهما التأثير على سرعة المحرك وعكس اتجاه الدوران .

٢ — عضو توزيع مماثل للسابق ويوجد عليه أربعة فرش اثنتين لهما طرفين وغير مقصورتين والاثنتين الأخريتين مثلها وتتجه أطراف المجموعتين الى مفتاح تشفيل يمكن عن طريقه قصر أى من الفرشتين فإذا تم قصر اثنتين يدور فى اتجاه وإذا تم قصر الأخرتين وفتح الأولتين يدور فى اتجاه آخر .

٣ — عضو توزيع غير مجوف عادى ويوجد عليه أربعة فرش كل اثنتين مقصورتين ولكن هناك اثنتين ثابتتين واثنتين متحركتين وعلى هذا نجد عمل الفرش المتحركة هو التأثير على سرعة الدوران وعكس اتجاه الحركة وعمل الفرش الثابتة هو استمرار عملية القصر على ملفات العضو الدائر .

٤ — عضو توزيع يوجد عليه أربعة فرش اثنتين مقصورتين ومتحركتين واثنتين ثابتتين ومتصلتين مع مجموعة ملفات موضوعة فى مجارى العضو الثابت تسمى بملفات التعويض وفائدتها هو تقليل الشرر بين الفرش وحسين معامل القدرة .

هذا وفى بعض الحالات نجد عندما يأخذ المحرك سرعته ترزع الفرش عن عضو التوزيع لمنع استمرار عملية الاحتكاك واستهلاك الفرش كما وأن الفرش فى الحالات الأربعة السابقة لا صلة لها كهربيا بالعضو الثابت والتيار وإذا كان محور الأقطاب عمودى على محور الفرش يكون عزم الدوران أصغر وإذا كان المحورين متطابقين كان عزم الدوران كبير ويكون أكبر إذا كان المحورين على زاوية ٤٥ درجة .

لف المحرك التنافرى

عند تقسيم مجارى العضو الثابت يمكن القول أن التقسيم يشبه العضو الثابت لمحرك الوجه الواحد العادى الا أنه لا يوجد فيه ملفات تقويم ويوجد فقط ملفات تشفيل وعلى هذا تقسم عدد مجارى العضو الثابت على أساس عدد أقطاب المحرك مع ترك مجارى خالية بين القطب والقطب مثل مجارى قطب التقويم ولكن خالية من الملفات .

مثال للتقسيم

محرك تنافرى يحتوى العضو الثابت على ٣٦ مجرى مقسم ٤ أقطاب
١ — عدد المجارى الخالية ٤ مجرى بواقع مجرى بين كل قطب وقطب .

- ٢ — عدد المجارى التى ستقسم = $36 - 4 = 32$ مجرى .
- ٣ — عدد مجارى كل قطب = $32 \div 4 = 8$ مجرى .
- ٤ — نوع الملف جانب واحد فى المجرى .
- ٥ — نوع الخطوة المتداخلة .
- ٦ — مقدار خطوة الملف الأصغر = عدد المجرى الخالية بين القطب والآخر

$$+ 2 + 1 = 3 \text{ مجرى}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{خطوة الملف الثانى} &= 3 + 2 = 5 \text{ مجرى} \\ \text{خطوة الملف الثالث} &= 5 + 2 = 7 \text{ مجرى} \\ \text{خطوة الملف الرابع} &= 7 + 2 = 9 \text{ مجرى} \end{aligned}$$

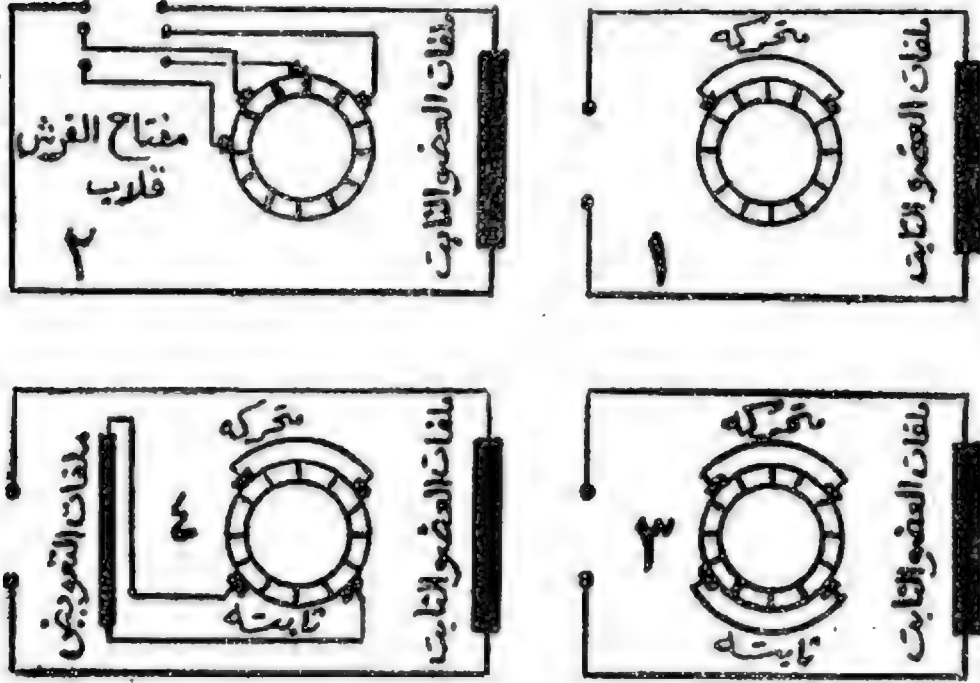
وعلى هذا يكون توزيع ملفات الأقطاب مثل توزيع ملفات التشسغيل وتوصل المجموعات مع بعضها مع مراعاة دخول وخروج التيار لتكوين القطبية ويبقى طرفى البداية والنهاية وهما طرفى توصيل التيار العضو الثابت .

أما العضو الدائر وهو عضو استنتاج له عدد من المجارى الا أن عدد هذه المجارى ليس لها أى ارتباط من حيث العدد مع عدد مجارى العضو الثابت ولكن عند تقسيم مجارى العضو الدائر نلتزم بنفس عدد أقطاب العضو الثابت وعلى هذا يكون تقسيم العضو الدائر على أساس الآتى :

- ١ — عدد أقطاب المحرك .
- ٢ — عدد مجارى عضو الاستنتاج .
- ٣ — عدد قطاعات عضو التوزيع .
- ٤ — خطوة الملف .

هذا وتلحم أطراف ملفات عضو الاستنتاج فى قطاعات عضو التوزيع بطريقة اللحام التوجيى السابق شرحه فى محركات التيار المستمر مع ملاحظة أنه لا يوجد أى اتصال كهربى بين ملفات العضو الثابت وملفات العضو الدائر والملفات التى تغذى التيار هى ملفات العضو الثابت غقط أما الفرشات التى توجد على عضو التوزيع فهى لقصر ملف عضو الاستنتاج كى نحصل على مغناطيسية التناز وليس لها أى اتصال بالتيار ولا الملفات الرئيسية بالمحرك فى العضو الثابت .

دوائر المحرك التنافري حسب الفرشات الموجودة على عضو التوزيع



محرك شراجا

يعتبر هذا المحرك أحد أنواع المحركات التي تعمل على تيار متغير ثلاثة أوجه ويتكون من عضو ثابت وعضو دائر ويمكن التحكم في قيمة سرعته دون المساس بعدد أقطابه ولكن عن طريق تحريك الفرش الموجودة به حسب الشرح الآتي :

يختلف هذا النوع من المحركات عن الأنواع الأخرى حيث نجد أن العضو الدائر هو الذي يغذى بالتيار الخاص بالنبوع عن طريق حلقات انزلاق أما ملفات العضو الثابت ليس لها أي صلة بتيار النبوع .

تركيب المحرك

تحتوي مجارى العضو الثابت على ثلاثة ملفات تعرف باسم الملفات الثانوية ويتصل طرفى كل ملف بعدد اثنين فرشة كربونية وفي بعض الحالات تستبدل الفرشة بصف من الفرش — أما العضو الدائر فيحتوي على نوعين من الملفات حيث نجد في الطبقة الأولى داخل المجارى ملفات مقسمة لثلاثة أوجه كما هو متبع في لف العضو الدائر المنفوف في المحرك الاستنتاجى وتوصلن

الأطراف الثلاثة لهذه الملفات بثلاث حلقات انزلاق وتعرف هذه الملفات باسم الملفات الابتدائية ويوجد في الطبقة النانية للمجاري ملفات أخرى تسمى بملفات التنظيم وتوصل أطرافها بقطاعات عضو توحيد وتتلامس مع هذه القطاعات الفرش الكربونية المتصلة بأطراف ملفات العضو الثابت .

بالنسبة للفرش فإنه يمكن تحريكها بحيث يتغير موضعها على قطاعات عضو التوحيد سواء بتقريب كل فرشتين ملف من بعضهما أو إبعادهما أو تبديل مكان واحدة مكان الأخرى كما هو موضح في الرسومات الآتية فنجد في الرسم (١) يبين ملفات العضو الثابت وملفات العضو الدائر وتوصيلها بحلقات الانزلاق وقطاعات عضو التوحيد ٦

نظرية التشغيل والاستعمال

عند توصيل تيار الينبوع للملفات العضو الدائر عن طريق حلقات الانزلاق ينشأ مجال دائري حول ملفات ويقطع هذا المجال ملفات العضو الثابت مختزقا الشعرة الهوائية وكذلك يقطع الملفات المتصلة بقطاعات عضو التوحيد ويولد بها (ق.د.ك) بالتأثير — فعند مرور تيار في ملفات العضو الثابت ينتج في هذه الحالة عزم دوران في اتجاه المجال الدائري وبما أن ملفات عضو التوحيد مجاورة للملفات المتصلة بالينبوع فإنه يقع على أطراف الفرش (ق.د.ك) تتناسب مع عدد الملفات المحصورة بين كل فرشتين ومعنى هذا أن ملفات العضو الثابت تغذي بالضغط عن طريق الاستنتاج المتبادل من ملفات العضو الدائر وعن طريق الفرش المرتكزة على قطاعات عضو التوحيد .

وبما أنه يمكن تحريك الفرش وتغيير موضعها عن طريق رافعة لها ذراع متصل مع يد متحركة فإن هذا التحريك للفرش يعمل على إمساك إضافة ضغط إلى الضغط المستنتج في ملفات العضو الثابت أو انقاص قيمة معينة من الضغط من ملفات العضو الثابت ويتوقف هذا على وضع الفرش بالنسبة لبعضها ومنه يكون التحكم في قيمة ضغط العضو الثابت وسرعة المحرك .

في شكل (٢) نجد الفرشتين (ف ، ك) متجاورتان في قطعة واحدة من قطاعات عضو التوحيد ويكون الضغط بينها صفر وعلى هذا لا توجد إضافة أو نقصان لضغط ملفات العضو الثابت .

في شكل (٣) نجد الفرشتين متباعدتين وكانت (ق.د.ك) في العضو الدائر في نفس اتجاه (ق.د.ك) في العضو الثابت وهنا تزيد سرعة المحرك عن سرعة التوافق ويمكن تحديد هذه الزيادة بقيمة المسافة بين الفرشتين .

في شكل (٤) نجد أن الفرشة (ف) أخذت مكان الفرشة (ك) وكانت (ق.د.ك) في العضو الدائر في اتجاه عكس (ق.د.ك) في العضو الثابت وفي هذه الحالة نجد سرعة المحرك تنقص عن سرعة التوافق ويمكن تحديد هذا النقص بقيمة المسافة بين الفرشتين .

فاذا كان الضغط المستنتج في ملفات العضو الثابت مثلا ١٠٠ نيوتن فإنه يمكن مضاعفة هذا الضغط عندما تكون (ق.د.ك) في العضو الدائر في نفس اتجاه (ق.د.ك) في العضو الثابت .

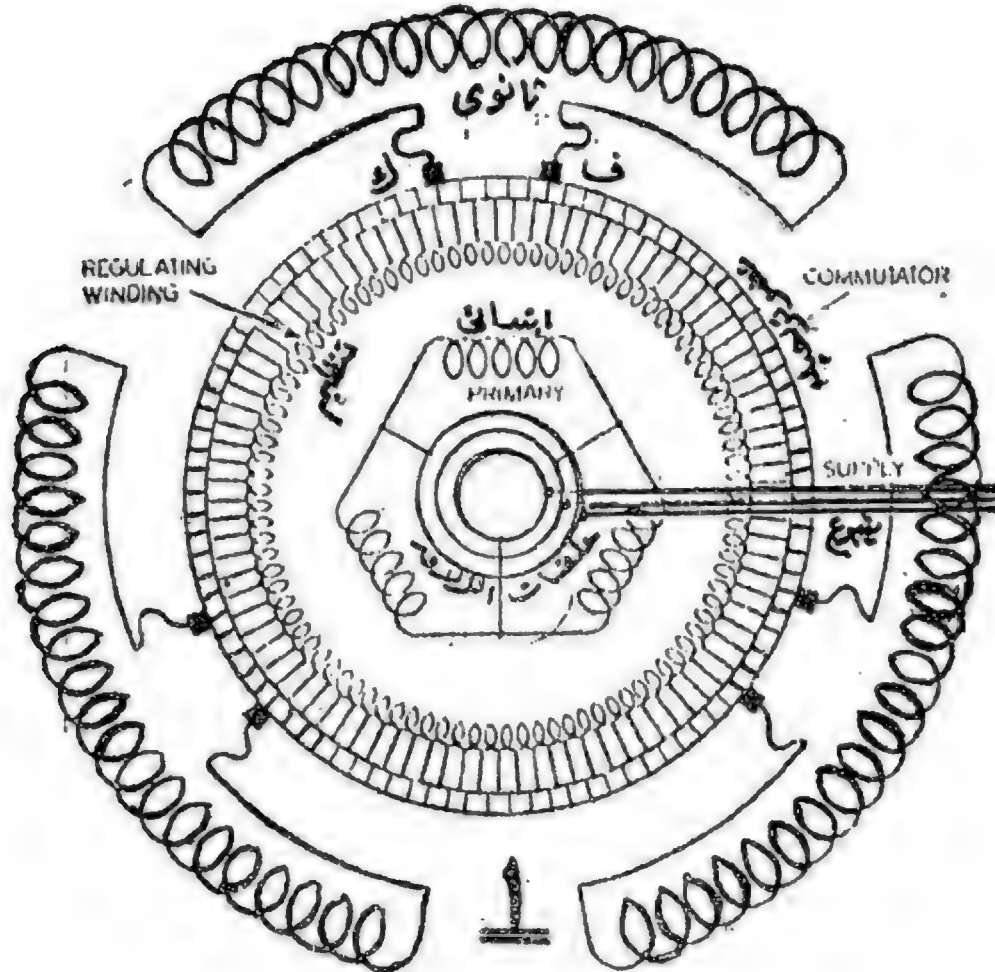
كما يمكن ثلاثي هذا الضغط أو جزء منه في ملفات العضو الثابت عندها تكون (ق.د.ك) في العضو الدائر في عكس اتجاه (ق.د.ك) في العضو الثابت .

بهذه الطريقة أمكن التحكم في سرعة المحرك وعلى وجه التقريب هي ٣ الى ١ للحمل العادي وهذا التغير في مدى ٤٠ ٪ أكثر من السرعة الى ٦٠ ٪ أقل من سرعة التوافق كما أن السرعة تهبط بنسبة من ٥ ٪ الى ٢٠ ٪ عند التحميل ويمكن التغلب عليها بزيادة المسافة بين الفرشتين .

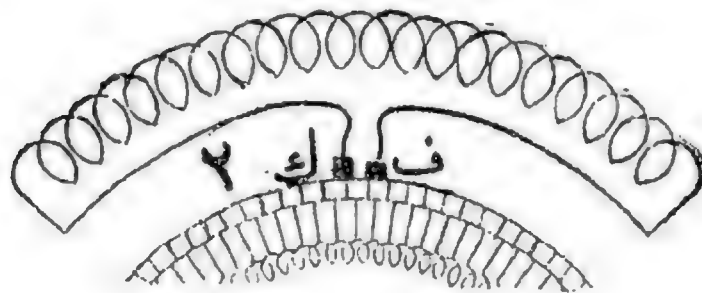
استعمال المحرك

هذا النوع من الحركات ويسمى في بعض الأحيان بالمحرك المتغير السرعة يستخدم هذا المحرك في ادارة ماكينات القطع والتشغيل التي تحتاج الى تنظيم سرعة الدوران كما يستخدم في ماكينات الغزل والنسيج وماكينات الطباعة .

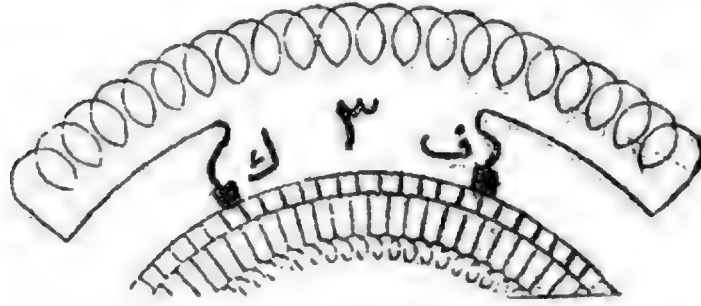
الدائرة الكاملة لفات وأجزاء المحرك



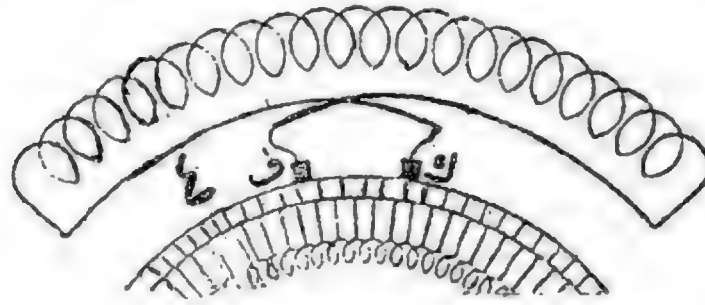
وضع الفرش عندما تكون السرعة مساوية لـ سرعة التوافق



وضع الفرش عندما تكون السرعة اكبر من سرعة التوافق



وضع الفرش عندما تكون السرعة اقل من سرعة التوافق

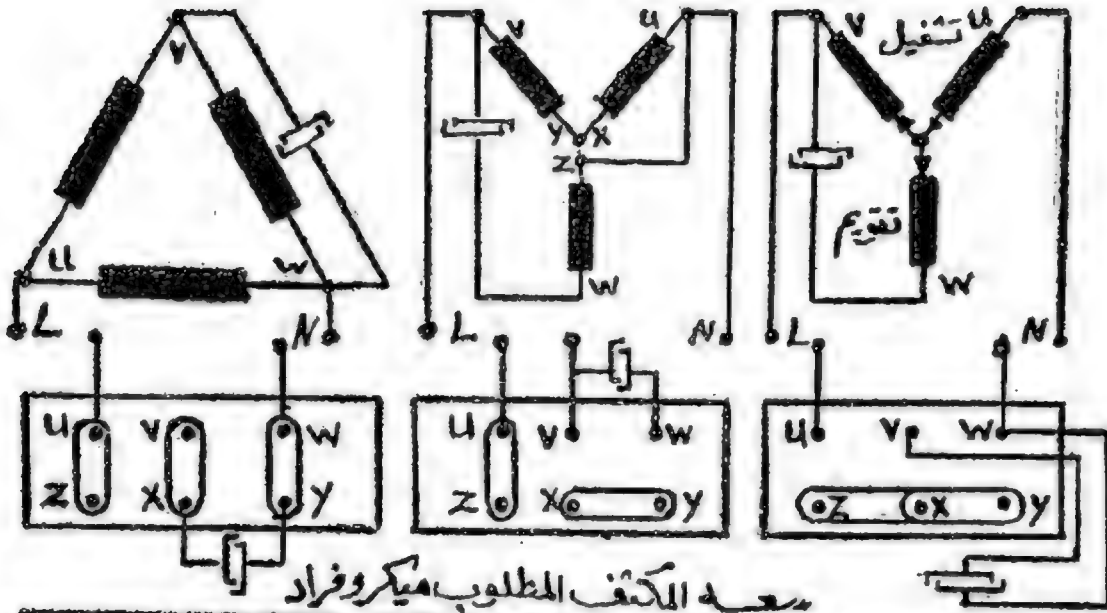


تشغيل محرك ثلاثة أوجه على وجه واحد

يمكن استخدام محركات الثلاثة أوجه ذات العضو الدائر من نسوع عتص السنجاب والتي لا تتعدى قدرتها ثلاثة كيلوات لتعمل كمحركات وجه واحد وبسرعة ثابتة .

في هذه العملية يجب أن تعرف أن قدرة الخرج للمحرك عند تشغيله على وجه واحد تقل ولا تتعدى ٧٥٪ من قدرته المقررة في حالة الثلاثة أوجه .

لتنفيذ هذه العملية ونشغيل المحرك على وجه واحد بدلا من ثلاثة أوجه يجب استخدام المكثفات لبدء التشغيل ويتم تجديد قيمة المكثف بالنسبة لقيمة الجهد المستخدم عليه المحرك وأمكن تقديم المكثف المستعمل مع محرك يعمل على جهد ٢٢٠ فولت بمقدار سعة المكثف المناسب لقدرة المحرك وذلك عن طريق الجدول الخاص بقيمة المكثفات والرسم الآتى يبين طريقة التوصيل بالنسبة للمكثف والينبوع مع المحرك في حالة الدلتا وعن طريق عتبة التوصيل الخاصة بأطراف المحرك دون مك أجزاء المحرك أو أى تعديل في ملفاته بالداخل .



سعة المكثف المطلوب ميكروفراد

القدرة حصان	سعة المكثف ٧٢٨٠	سعة المكثف ٧٢٢٠	سعة المكثف ٧١١٠	القدرة حصان
١٨	١٤٤	٤٠	١٢٠	١٨
١٨	١٨	٥٠	١٥٠	١٨
١٨	٢٢	٦٠	١٨٠	١٨
٢٢	٢٦	١٠	٣٠	٢٢
٢٢	٧٢	٢٠	٦٠	٢٢
٢٦	١٠٨	٣٠	٩٠	٢٦

البيانات العملية لحسابات لف المحرك وجه واحد

لإعادة لف المحرك وضعان بالنسبة لحالة المحرك من حيث إذا كان أصلاً ملفوفاً وحدث به تلف يتسبب في إعادة لفه أو إذا كان المحرك لا يوجد به ملفات أو فقدت ويراد إعادة لفه .

الحالة الأولى : وهي إذا كان المحرك أصلاً به ملفات وحدث به تلف ويراد إعادة لفه علينا قبل كل شيء فحص المحرك والتعرف على نوع التلف الموجودة به على النحو التالي :

١ - فحص ملفات التشغيل والتأكد من سلامتها من حيث العزل والمقاومة والتوصيل .

٢ - فحص مفتاح الطرد المركزي من حيث طريقة القطع والتوصيل للتيار وكذا صلاحية المكثف .

٣ - فحص الجلب أو رولمان إلى المحرك والتأكد من سلامته .

إذا وجد أى تلف فى ملفات التشغيل يكون الوضع بالنسبة للمحرك هو إعادة لفه على أساس بيانات ملفات من حيث مساحة مقطع السلك وعدد لفات الملف بالنسبة لكل من ملفات التشغيل والتقويم .

إذا وجد أن التلف فى ملفات التقويم وكانت ملفات التشغيل سليمة تجد الوضع يحتاج إلى دراسة وهى هل يمكن رفع ملفات التقويم دون أن تتعرض ملفات التشغيل لأى تلف — إذا كان الوضع ممكن نأخذ بيانات ملفات التقويم فقط ويعاد لفها — أما إذا كان الوضع يتعذر فيه رفع ملفات التقويم فقط علينا رفع جميع ملفات التقويم والتشغيل وأخذ بيانات كل منها ويعاد لف المحرك على أساس هذه البيانات المأخوذة من المحرك .

إذا كانت ملفات التشغيل والتقويم سليمة وكان التلف فى الجلب أو رولمان بلى المحرك الأمر الذى يجعل المحرك لا يعمل بحالة جيدة علينا فى هذه الحالة رفع الجلب أو رولمان بلى المحرك وتركيب آخر جديد .

بعد اتمام أى عملية من العمليات السابقة ويراد تجميع المحرك لتشغيله يجب مراعاة فحص الملفات أولا للتأكد من سلامتها وكذا غسل وإعادة تشحيم الرولمان بلى بحيث يكون الشحم من النوع الجيد ونظيف ثم يجمع المحرك ويختبر على التيار .

الحالة الثانية : وهى إذا كانت جميع بيانات المحرك مفقودة ولا يعرف أى شئ عن قدرة المحرك وقطر سلك من ملف التشغيل والتقويم وكذا عدد لفات ملف التشغيل وملف التقويم ويراد لف هذا المحرك فى مثل هذه الظروف نجد كثيرا من الأشخاص يأخذون بيانات محرك آخر يقرب من هذا المحرك فى الحجم والشكل ولكن هذا خطأ كبير ولا يعطى المحرك وضعه السليم من حيث اللف والقدرة .

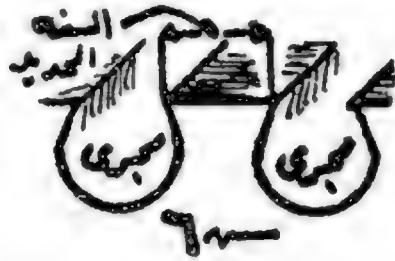
لذا كان البحث والتجربة التى أمكن بواسطتها التغلب على هذا الوضع وعن طريق تنفيذ العمليات والحصول على البيانات الآتية يمكن الوصول إلى ما يتعلق بإعادة لف المحرك بدرجة كبيرة من الجودة .

التعرف على قدرة المحرك

فى بعض الحالات التى يوجد عليها المحرك يكون فارغا من الأسلاك وليس عليه لوحة بيانات تدلنا على ضغط وأببر سرعة وقدرة هذا المحرك

ولكى يستفاد من هذا المحرك واعادة لفه نجد انفسا امام اول بيان مطلوب معرفته وهو قدرة المحرك وعلى هذا يجب التعرف والحصول على الآتى :

- ١ — أوجد عدد مجارى ملفات التشغيل .
- ٢ — أوجد طول المجرى من حيث سمك مجموعة الرقائى فقط بالسنتيمتر مع مراعاة الدقة .
- ٣ — أوجد عرض السنة الحديد الموجودة من اعلى بين مجرتين متجاورتين بالسنتيمتر مع مراعاة الدقة التامة (شن ٦) .
- ٤ — تحديد سرعة المحرك التى سيعمل عليها .
- ٥ — استعمل (٩٠٠٠ الى ٩٥٠٠ خط) كفيض مغناطيسى لكل سنتيمتر مربع حتى قدرة واحد حصان اما اذا زادت القدرة عن واحد كيلوات استعمل (٨٥٠٠ الى ٩٠٠٠) .
- ٦ — تحديد قيمة ضغط الينبوع الذى سيعمل عليه المحرك .
- ٧ — تعرف على قيمة تردد ضغط الينبوع .
- ٨ — استعمل الأرقام الآتية (٢ ، ٤ ، ٦ ، ١٠ ، ١٥٠٠) .
- ٩ — استعمل معامل قدرة من (٧٠ . الى ٧٥ .) اذا تعذر معرفته .



من البيانات السابقة يمكن تنفيذ الآتى فى شكل قانون الحصول على قدرة المحرك .

$$(١) \quad \frac{\text{عدد مجارى التشغيل} \times \text{عرض السنة} \times \text{طول المجرى}}{٢ \times ٤} \quad \text{تربيع الناتج}$$

$$(ب) \quad \frac{\text{ناتج العملية السابقة} \times \text{الفيض المغناطيسى} \times \text{ضغط الينبوع} \times \text{سرعة المحرك}}{١٥٠٠ \times ٦٠}$$

من العملية (ب) نحصل على القدرة بالوات .

مثال

محرك وجه واحد تيار متغير يحتوى على ٢٤ مجرى فيه عرض السنة ٠.٩ سم وطول المجرى ٨٥ سم وسرعته ١٥٠٠ لفة / دقيقة ويصل على ضغط ٢٢٠ فولت والمطلوب معرفة قيمة قدرته .

الحل

عدد مجارى التشغيل = $24 \times \frac{1}{4} = 16$ مجرى .

$$(1) \quad 234 = \frac{85 \times 0.9 \times 16}{2 \times 4} \times \frac{85 \times 0.9 \times 16}{2 \times 4}$$

$$(ب) \quad \text{القدرة} = \frac{1000 \times 220 \times 9500 \times 234}{1000 \times 1} = 500 \text{ وات}$$

معرفة مساحة مقطع سلك التشغيل

بعد الحصول على قدرة المحرك فى المثال السابق يمكن على ضوء هذا البيان تحديد مساحة مقطع سلك ملفات التشغيل وعن طريق معرفة الآتى :

- ١ — تحديد مقدار قدرة المحرك بالوات .
- ٢ — قيمة ضغط الينبوع الذى يعمل عليه المحرك .
- ٣ — كثافة التيار لكل مم^٢ ويمكن فى هذه الحالة استعمال (٥ أمبير) .
- ٤ — معامل القدرة وإذا تعذر معرفته يمكن استعمال (٠.٧٥) الى (٠.٧٥) .

فى المثال السابق تعرفنا على قدرة المحرك وهى ٥٠٠ وات على أساسها يمكن حساب مساحة مقطع السلك اللازم للـ ملفات التشغيل فى هذا المحرك .

مساحة مقطع سلك التشغيل :

قدرة المحرك بالوات

ضغط الينبوع × معامل القدرة × كثافة التيار

$$500 = \frac{500}{0.75 \times 220 \times 5} = 0.65 \text{ مم}^2$$

من الجدول الخاص بمساحة مقطع وقطر الأسلاك نجد أن ٠.٦٥ مم^٢ كمساحة مقطع السلك يقابلها في الجدول ٠.٩ مم كقطر السلك وهو الخاص بملفات التشغيل وعلى ضوء معرفة مساحة مقطع سلك التشغيل يمكن تحديد مساحة مقطع سلك التقويم في نفس المحرك وحسب حالة المحرك من حيث إذا كان يعمل بدون مكثف أو إذا كان مزودا بمكثف .

١ — إذا كان المحرك يعمل بدون مكثف تكون مساحة مقطع سلك التقويم = $\frac{1}{3}$ مساحة سلك التشغيل .

٢ — إذا كان المحرك يعمل بمكثف تكون مساحة مقطع سلك التقويم = $\frac{2}{3}$ مساحة مقطع سلك التشغيل .

هذه نسب تقريبية من واقع بعض النحوص لأنواع مختلفة من محركات الوجه الواحد وكذا بعض التجارب العملية عليها وهي تعطى نتيجة لا تقل جودتها عن ٩٠٪ من جودة المحرك .

معرفة عدد لفات ملف التشغيل

بعد التعرف على قيمة قدرة المحرك ومساحة مقطع السلك اللازم لإعادة لفه يبقى معرفة عدد لفات كل من ملف التشغيل وملف التقويم ولحساب عدد لفات ملف التشغيل يجب معرفة الآتى :

- ١ — عدد مجارى ملفات التشغيل .
- ٢ — مقدار عرض السنة السابق معرفته .
- ٣ — طول المجرى السابق معرفته .
- ٤ — قيمة الفيض المغناطيسى وهو المستعمل في معرفة القدرة مع مراعاة أن قيمة الفيض تقل مع زيادة القدرة .
- ٥ — قيمة ضغط الينبوع الخاص بالمحرك .
- ٦ — قيمة التردد للينبوع .
- ٧ — سرعة المحرك التى سيعمل بها .
- ٨ — الأرقام الثابتة (٤ ، ٩٧ ، ٤٤٤ ، ١٥٠٠ ، ١٠) .

تركيب القانون

عدد لفات ملفات التشغيل الكلية =

$$\frac{0.97 \times \text{ضغط النبوع} \times 1000 \times 10}{\text{التردد} \times \{ \text{الفيض الكلى} \times \text{سرعة المحرك} \}}$$

مثال

محرك وجه واحد تيار متغير يحتوى على ٢٤ مجرى يعمل على ٢٢٠ فولت بتردد ٥٠ ذبذبة فيه عرض بسنة الحديد ٩ سم وطول المجرى ٨٥ سم وسرعته ١٤٥٠ لفة/دقيقة والمطلوب معرفة عدد لفات ملف التشغيل .

الحل

$$\text{عدد مجارى التشغيل} = 24 \times \frac{2}{3} = 16 \text{ مجرى}$$

$$\text{عدد ملفات التشغيل} = 26 \div 2 = 13 \text{ ملف}$$

قيمة الفيض الكلى =

$$\frac{\text{عدد مجارى التشغيل} \times \text{عرض السنة} \times \text{طول المجرى} \times \text{قيمة فيس السنتيمتر المربع}}{4}$$

$$= (16 \times 0.97 \times 85 \times 9000) \div 4 = 275400 \text{ خط}$$

عدد لفات ملفات التشغيل الكلية =

$$\frac{0.97 \times 220 \times 1000 \times 10}{1450 \times 275400 \times 50 \times \{ \text{التردد} \}}$$

$$\therefore \text{عدد لفات الملف الواحد تشغيل} = 350 \div 8 = 44 \text{ لفة}$$

وعلى ضوء معرفة عدد لفات ملف التشغيل يمكن تحديد لفات ملف التقويم وهى = ضعف ملف التشغيل أما مساحة المقطع من البيانات السابقة.

محركات الثلاثة أوجه

قبل أن نتكلم عن طرق تقسيم ولف محركات الثلاثة أوجه يجب علينا التعرف على بعض البيانات والمواصفات الخاصة بهذا النوع من المحركات .

يجب علينا أولاً أن نعرف ما تعنيه سرعة المجال الدوار للتيار المتردد حيث يمكن حساب سرعة هذا المجال في أى محرك بمعرفة قيمة تردد جهد ايلنبوع وعدد أزواج الأقطاب في المحرك .

فاذا فرضنا أن (ف) قيمة التردد للينبوع .

وأن (ق) هى عدد أزواج الأقطاب .

وأن (ن) هى عدد الدورات في الدقيقة (السرعة) .

$$\therefore \text{تكون السرعة} = \frac{٦٠ \times \text{ف}}{\text{ق}}$$

ويتم توليد عزم الدوران للمحرك عند توصيل ملفات العضو الثابت بالينبوع حيث يتولد بالحث في العضو الدوار جهد له قيمة معينة تؤدي الى وجود مجال مغناطيسى بالعضو الدوار — ويتولد عزم الدوران المطلوب نتيجة تفاعل المجال المغناطيسى الموجود في العضو الثابت مع المجال المغناطيسى المتولد بالحث في العضو الدوار .

وكلما زادت سرعة العضو الدوار يقل معها الجهد المتولد فيه حتى يصل هذا الجهد الى الصفر ولا تحدث هذه الحالة الا اذا دار بسرعة مساوية تماماً لسرعة المجال الدوار في العضو الثابت وتسمى سرعة المحرك في هذه الحالة الاخيرة بالسرعة المتزامنة ، غير أن سرعة العضو الدوار لا يمكن أن تصل الى هذه السرعة ويقال في هذه الحالة أن العضو الدوار يدور بسرعة لاتزامنية ، كما تتراوح قيمة الانزلاق وهو قيمة النقص في سرعة دوران العضو الدوار عن سرعة المجال ما بين (٢ ٪ ، ٦ ٪) من سرعة المجال الدوار .

تركيب المحرك

يتكون محرك الثلاثة أوجه الاستنتاجى من جزئين أساسيين هما :

١ — العضو الثابت وهو عبارة عن مجموعة رقائق من الصاج بها عدد من المجارى على المحيط الداخلى تشبه مجارى عضو الاستنتاج يوضع بها ملفات المحرك.

٢ — العضو الدائر وهو من نوع قفص السنجاب وهو يشبه تماماً العضو الدائر فى محركات الوجه الواحد .

يغذى هذا المحرك بتيار متغير ثلاثة أوجه لذا نجد فيه ثلاثة دوائر كهربية كل دائرة تخص وجه من الأوجه الثلاثاً وهذه الدوائر الثلاث تعتبر دوائر تشغيل وهى متساوية بينها وبين بعضها فى عدد المجارى ومساحة مقطع السلك المستعمل فى لف ملفاتنا وعدد لفات كل ملف .

توزع ملفات كل وجه بالتساوى على مجارى العضو الثابت حسب عدد أقطاب المحرك بحيث يكون بين بداية كل وجه وبداية الوجه الآخر زاوية مقدارها ١٢٠ درجة وتسمى بزاوية الوجه كما توجد زاوية أخرى تسمى زاوية القطب مقدارها ١٨٠ درجة وكل من الزاويتين تستعمل فى تحديد عدد المجارى التى تبعد فيها كل بداية وجه عن الأخرى .

توصل ملفات كل دائرة وجه مع بعضها بالتوالى بحيث يتبقى فى النهاية طرفين لكل دائرة تسمى بالأحرف الآتية :

- الوجه الأول بدايته (U) ونهايته (X)
- الوجه الثانى بدايته (V) ونهايته (Y)
- الوجه الثالث بدايته (W) ونهايته (Z)

وتخرج هذه الأطراف البدايات والنهايات خارج المحرك ولها توصيل خاص مع بعضها عند تغذية المحرك بالتيار حسب قيمة ضغط التغذية وحسابات ملفات الأوجه الثلاثة وهذا التوصيل بين أطراف ملفات المحرك إما يسمى التوصيل بطريقة النجمة أو التوصيل بطريقة الدلتا وسوف نشرح كل طريقة .

توصيل النجمة والدلتا

توصل أطراف ملفات المحرك الستة بطريقة النجمة كالآتى :

- ١ — وصل طرف نهاية كل وجه (X, Y, Z) مع بعضها .
- ٢ — وصل طرف بداية كل وجه (U, V, W) مع طرف من أطراف الينبوع الثلاثة (R, S, T) .

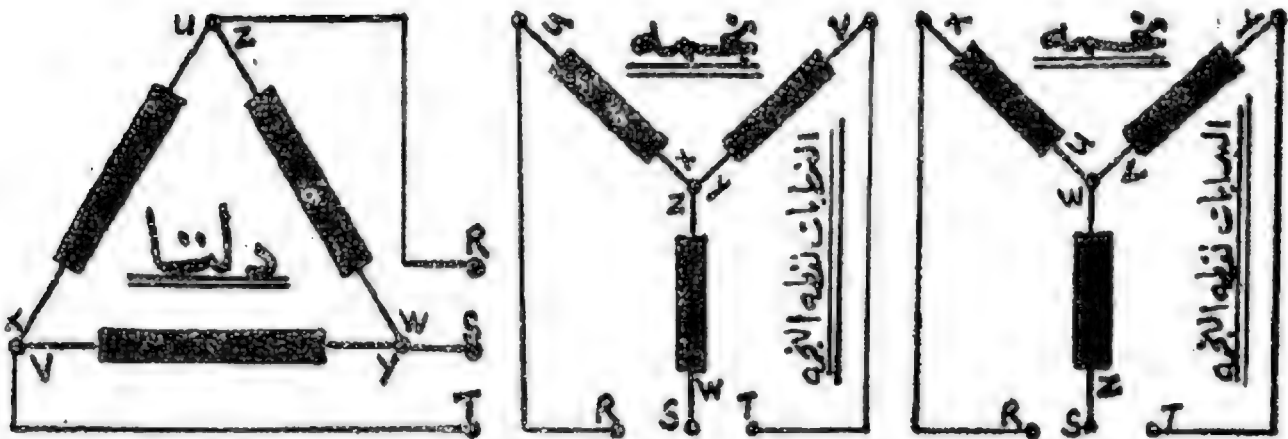
هذا ويمكن تنفيذ العكس أى نوصل البدايات مع بعضها والنهائيات مع أطراف الينبوع كما هو موضح فى الرسم .

توصيل أطراف ملفات المحرك الستة بطريقة الدلتا كالآتى :

- ١ — وصل نهاية الوجه الأول (X) مع بداية الوجه الثانى (V)
- ٢ — وصل نهاية الوجه الثانى (Y) مع بداية الوجه الثالث (W)
- ٣ — وصل نهاية الوجه الثالث (Z) مع بداية الوجه الأول (U)
- ٤ — وصل أطراف الينبوع الثلاثة مع رؤوس الدلتا التى تكونت من التوصيلات السابقة كما هو موضح فى الرسم .

هناك توصيلة دلتا آخر تسمى الدلتا المعكوسة يوصل فيها نهاية الأول

- (X) مع بداية الثالث (W) ونهاية الثالث (Z) مع بداية الثانى (V) ونهاية الثانى (Y) مع بداية الأول (U) .



استعمال توصيلة النجمة والدلتا

نبدأ أولاً بالتعريف الآتى :

١ — بالنسبة لضغط ينابيع الثلاثى أوجه نجد هناك ضغوط صغيرة وضغوط عالية مثل ١١٠ فولت ثلاثة أوجه يقابله فى العالى ٢٠٠ فولت ثلاثة أوجه ونجد ٢٢٠ فولت ثلاثة أوجه ضغط واطى يقابله ٣٨٠ فولت ضغط عالى .

٢ — عند عمل حسابات ملفات المحرك من حيث عدد لفات الملف ومساحة مقطع السلك يدخل فى هذه الحسابات قيمة كل من الضغط الواطى والعالى عند توصيل المحرك بحيث تكون توصيلة الدلتا للضغط الواطى والنجمة للعالى .

عندما يقال أن هذا المحرك ٢٢٠ / ٣٨٠ فولت ثلاثة أوجه يقصد بذلك أن المحرك عند توصيله على التينوع التأكد من قيمة الضغط ثم توصل أطراف ملفات الستة حسب قيمة هذا الضغط أى اما دلتا واما نجمة .

٣ — فى حالة توصيل المحرك دلتا يكون الوضع كالاتى :

$$ض = ض'$$

أما تيار الخط (ش) فهو محصلة تيارى دائرتين أى وجهين .

$$\therefore ش = ش' \sqrt{3}$$

٤ — فى حالة توصيل المحرك نجمة يكون الوضع كالاتى :

$$ش = ش'$$

أما ضغط الخط (ض) فهو محصلة ضغطى دائرتين .

$$\therefore ض = ض' \sqrt{3}$$

من هذا يتضح أن المحرك فى حالة الدلتا يكون الضغط واطى والشدة عالية .

وفى حالة النجمة يكون الضغط عالى والشدة صغيرة .

\therefore القدرة للمحرك $= \sqrt{3} ض ش جتا \theta = وات (جتا \theta)$ هى معامل القدرة .

شدة التيار = القدرة بالوات $\div \sqrt{3} ض نجمة \times$ معامل القدرة = أمبير .

الدرجات الكهربائية والزوايا القطبية

ان موجة التيار المتغير تتم عندما يقطع الموصل (٣٦٠ درجة كهربية)
مارا امام قطبين وبذلك يكون القطب الواحد له (١٨٠ درجة كهربية) .
علي هذا نجد اذا احتوت الآلة على قطبين فقط نرى أن الدرجات
الكهربية تساوى الدرجات الميكانيكية للدائرة وهى (٣٦٠ درجة ميكانيكية)
ولكن اذا احتوت الآلة على أربعة أقطاب مثلا تكون الدرجات الكهربائية نصف
الدرجات الميكانيكية .
∴ قيمة الدرجات الكهربائية = الدرجات الكهربائية للدائرة (٣٦٠ درجة)
فى عدد أزواج الأقطاب .

مثال

آلة ذات ٦ أقطاب والمطلوب معرفة مقدار الدرجات الكهربائية للقطب .

الحل

عدد أزواج الأقطاب = $6 \div 2 = 3$ أزواج .

الدرجات الكهربائية الكلية = $360 \times 3 = 1080$ درجة

∴ درجات القطب الواحد = الدرجات الكلية ÷ عدد الأقطاب

= $1080 \div 6 = 180$ درجة

ولما كانت زاوية الوجه = ١٢٠ درجة

∴ من درجة القطب ودرجة الوجه يمكن تحديد بعد بدايات الأوجه

الثلاثة فاذا كان المحرك يحتوى على ٣٦ مجرى ٦ أقطاب .

∴ عدد مجرى القطب = $36 \div 6 = 6$ مجرى

∴ قيمة المجرى الواحدة بالدرجات = 180 زاوية القطب ÷ ٦ عدد

مجرى القطب = ٣٠ درجة

∴ بعد بدايات الأوجه الثلاثة = 120 زاوية الوجه ÷ ٣ زاوية المجرى

= ٤ مجرى مع مراعاة أن المجرى التى بها بداية الوجه لا تحسب فى عدد

مجرى بعد البدايات . كما يمكن استعمال بعد البدايات على أساس

قسمة عدد مجرى المحرك على ثلاثة باعتبار العضو الثابت دائرة
ميكانيكية .

السرعة في محركات التيار المتغير

تتوقف السرعة في المحرك الذى يعمل على التيار المتغير على عدة عوامل أهمها :

- ١ — عدد الأقطاب التى يتكون منها المحرك ونلاحظ انه اذا زاد عدد الأقطاب نقصت السرعة واذا نقص عدد الأقطاب زادت السرعة .
- ٢ — قيمة تردد الينبوع الذى يعمل عليه المحرك .
- ٣ — قيمة الفيض المغناطيسى لتحديد كل من رقائق العضسو الثابت والدائر .

عدد الأقطاب وقيمة سرعتها

- ١ — فى حالة القطبين من ٢٨٠٠ الى ٣٠٠٠ لفة/دقيقة .
- ٢ — فى حالة أربعة قطب من ١٤٠٠ الى ١٥٠٠ لفة/دقيقة .
- ٣ — فى حالة ستة قطب من ٩٠٠ الى ١٠٠٠ لفة/دقيقة .
- ٤ — فى حالة ثمانية قطب من ٧٠٠ الى ٧٥٠ لفة/دقيقة .
- ٥ — فى حالة عشرة قطب من ٥٥٠ الى ٦٠٠ لفة/دقيقة .
- ٦ — فى حالة اثني عشر قطب من ٤٥٠ الى ٥٠٠ لفة/دقيقة .

تغير قيمة سرعة المحرك

اذا كان المحرك يدور بسرعة معينة ويراد اعادة لفة مع تغير هذه السرعة الى أكبر أو أصغر فانه لا يكتفى بتغير عدد الأقطاب بل يجب أيضا مع تغير عدد الأقطاب حساب عدد لفات الملفات وكذا مساحة مقطع السلك على أساس السرعة الجديدة كالآتى :

عدد لفات الملف فى السرعة الجديدة

$$= \frac{\text{السرعة القديمة}}{\text{السرعة الجديدة}} \times \text{عدد لفات الملف القديم}$$

مساحة مقطع السلك فى السرعة الجديدة

$$= \frac{\text{السرعة الجديدة}}{\text{السرعة القديمة}} \times \text{مساحة مقطع السلك القديم}$$

نوعيات اللف والخطوة وقيمة الخطوة

عند لف محرك الثلاثة أوجه يجب تحديد كل من نوعية اللف ونوعية الخطوة ومقدار الخطوة .

نوعية اللف

١ — يلف المحرك على أساس جانب واحد لللف في المجرى وبعده لفاته الكلية .

٢ — يلف المحرك على أساس جانبيين لللفين في المجرى كل منهما بنصف عدد لفاته الكلية .

نوعية الخطوة

١ — يلف المحرك على أساس خطوة ثابتة عادية وفيها تسقط جميع ملفات مجارى الوجه تحت القطب .

٢ — يلف المحرك على أساس خطوة متداخلة عادية وفيها تحول الثابتة الى اكثر من خطوة وتسقط فيها جميع ملفات مجارى الوجه تحت القطب على ان يكون متوسط هذه الخطوات يساوى قيمة الثابتة .

٣ — يلف المحرك على أساس خطوة ثابتة ذات الجناحين وفيها يسقط نصف ملفات مجارى الوجه تحت القطب في اتجاه والنصف الثانى في اتجاه آخر كما هو موضح في رسم الانفرادات .

٤ — يلف المحرك على أساس خطوة متداخلة ذات الجناحين ويتبع فيها مانفذ في الثابتة .

قيمة الخطوة

١ — تحسب قيمة الخطوة على أساس عدد مجارى القطب زائد مجرى (قطبية + ١) .

٢ — تحسب قيمة الخطوة على أساس عدد مجارى القطب فقط (قطبية فقط) .

٣ — تحسب قيمة الخطوة على أساس عدد مجارى القطب ناقص مجرى (قطبية - ١) .

٤ — تحسب قيمة الخطوة على أساس عدد مجارى القطب ناقص مجرتين (قطبية - ٢) .

الارتباط بين نوعية اللف والخطوة وقيمة الخطوة

يمكن ان نقسم المحركات الى قسمين من حيث عدد الأقطاب .

(١) محركات تلف على أساس قطبين .

(ب) محركات تلف على أساس أكثر من قطبين .
وذلك لأن محركات القطبين لها وضع خاص بالنسبة لنوعية اللف
والخطوة وقيمة الخطوة .

محركات ذات قطبين

في حالة جانبيين في المجرى :-

يمكن تنفيذ اللف على أساس خطوة ثابتة أو متداخلة عادية وهى التى
يتم فيها استقاط ملفات عدد مجارى الوجه تحت القطب كمجموعة واحدة على
أن تكون قيمة الخطوة (قطبية + ١) .

في حالة جانب واحد في المجرى :-

يختار فى هذه الحالة الأفضل وهو الثابتة أو المتداخلة ذات الجناحين
وهى التى يتم فيها تقسيم عدد مجارى الوجه تحت القطب الى مجموعتين
على أن تكون قيمة الخطوة كالآتى :

نجد أن عدد مجارى المحرك الكلية تدخل فى تحديد قيمة الخطوة فى
حالة الجناحين حيث نجد مثلا أن المحرك ١٨ مجرى تكون قيمة الخطوة
(قطبية فقط) أما المحرك ٢٤ مجرى تكون قيمة الخطوة (قطبية — ١) ويمكن
بطريقة أخرى تكون (قطبية — ٢) وفى المحرك ٣٦ مجرى تكون قيمة الخطوة
(قطبية — ٢) رغم أن هذه المحركات مقسمة قطبين .

أساس تنفيذ الجناحين

إذا كان عدد مجارى الوجه تحت القطب زوجى العدد يمكن تنفيذ اللف
جناحين ثابتة أو متداخلة (قطبية فقط) .

أما إذا كان عدد مجارى الوجه تحت القطب فردى العدد يمكن تنفيذ
اللف جناحين متداخلة بمتوسط يساوى (قطبية فقط) أما الثابتة فى هذه
الحالة لا تنفذ الا على أساس (قطبية + ١) .

من هذا الشرح يمكن القول أن محركات القطبين يمكن أن ينفذ فيها
جميع نوعيات اللف والخطوة وقيمة الخطوة .

حساب الخطوة المتداخلة يبنى على أساس قيمة خطوة الملف الأصغر
ثم الأكبر فالأكبر كالآتى :

خطوة الملف الأصغر = (عدد مجارى الوجه تحت القطب \times ٢) + ٢

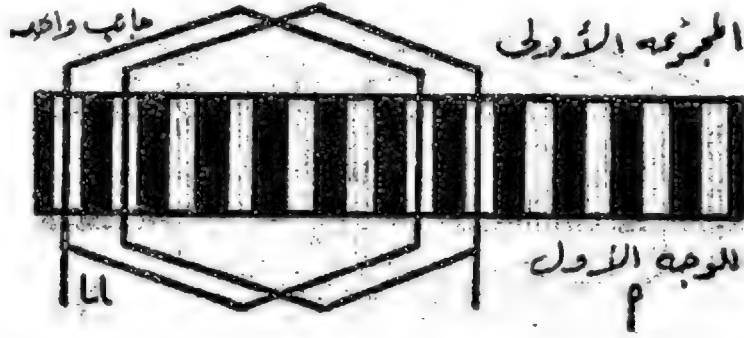
خطوة الملف الثانى = (خطوة الأصغر + ٢)

أما المحركات أكثر من قطبين تلف على أساس (قطبية + ١) أو

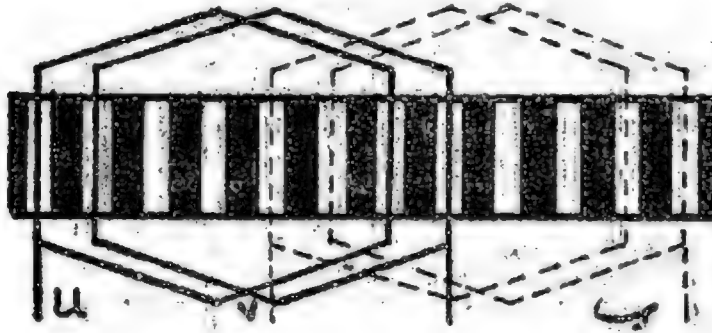
(قطبية فقط) ثابتة أو متداخلة .

اسقاط الملفات

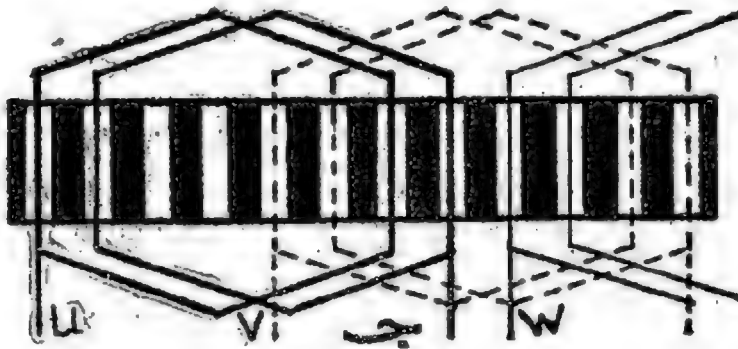
إذا كان نوع اللف جانب واحد في المجرى ونوع الخطوة ثابتة أو متداخلة علينا أولاً باسقاط ملفات المجموعة الأولى للوجه الأول كما هو موضح في الرسم (١) .



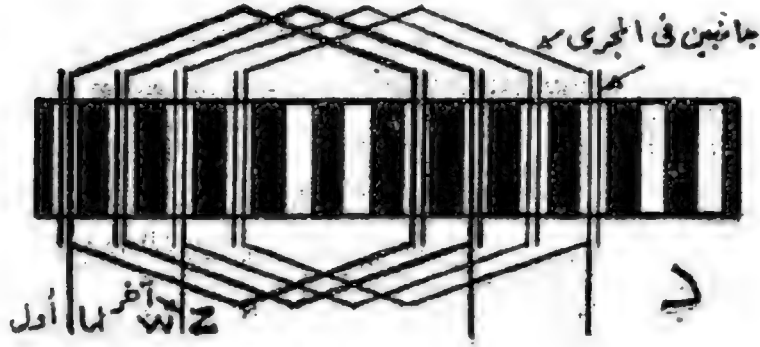
ثانياً أترك عدد من المجارى يساوى عدد ملفات مجموعة وجه خالية ثم اسقط ملفات المجموعة الأولى للوجه الثانى كما هو موضح في الرسم (ب) .



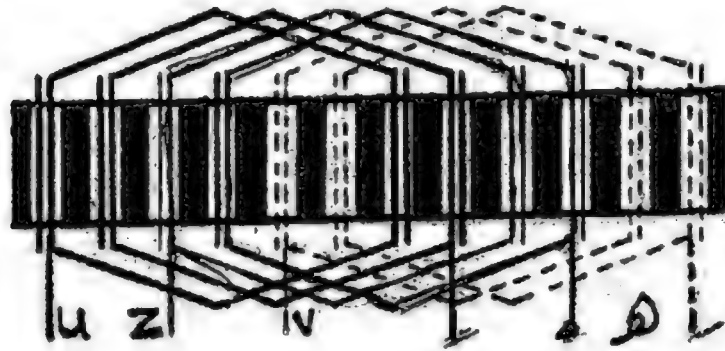
ثالثاً اترك المجارى التى بها نهاية ملفات المجموعة الأولى للوجه الأول ثم اسقط ملفات المجموعة الأولى للوجه الثالث كما هو موضح في الرسم (ج) .



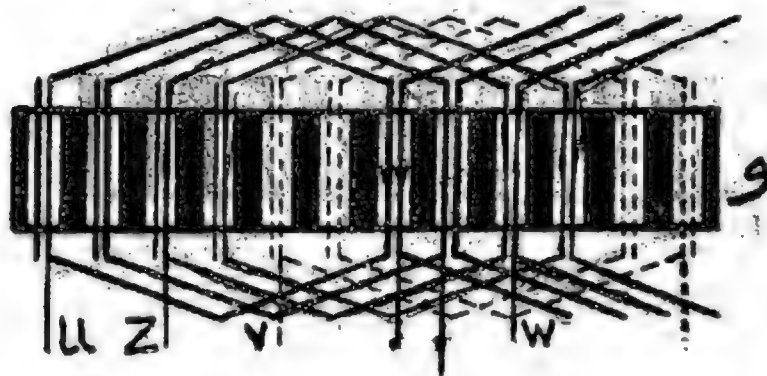
إذا كان نوع اللف جانبيين في المجرى سواء كان نوع الخطوة ثابتة أو متداخلة علينا أولاً إسقاط ملفات مجموعة الوجه الأول يليها مباشرة ملفات المجموعة الأخيرة للوجه الثالث دون ترك أى مجارى خالية كما هو موضح في الرسم (د) .



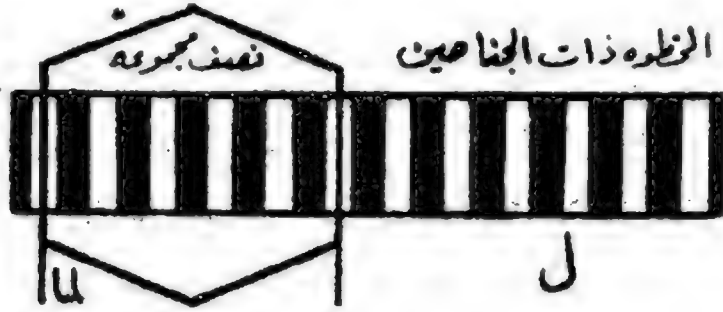
ثانياً إسقاط ملفات المجموعة الأولى للوجه الثانى مباشرة عقب أول الأول والمجموعة الأخيرة للوجه الثالث كما هو موضح في الرسم (هـ) .



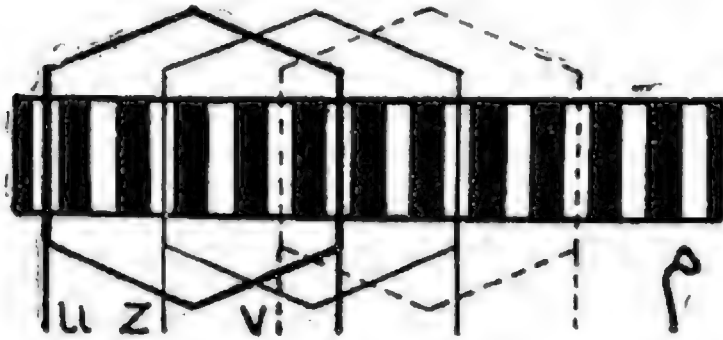
ثالثاً بعد إسقاط أول لأول ثم آخر الثالث ثم أول الثانى نبدأ في إسقاط الجانب الثانى وهو المجموعة الثانية للوجه الأول يليها المجموعة الأولى للوجه الثالث ونستمر حتى ينتهى إسقاط جميع الملفات كما هو موضح في الرسم (و) .



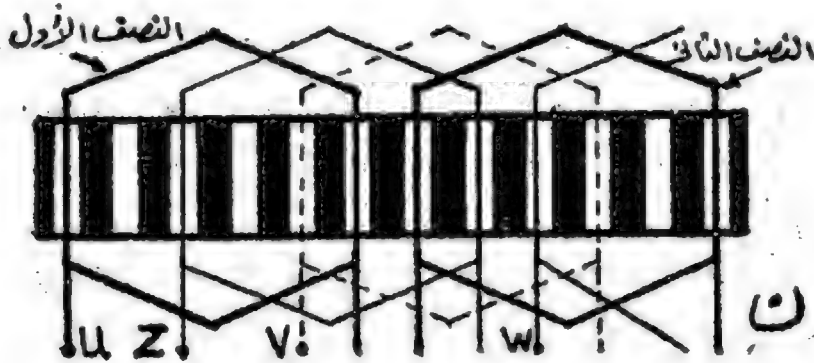
إذا أردنا إسقاط الملفات بطريقة الخطوة ذات الجناحين نجد أن هذه الطريقة لا تنفذ إلا بنوعية ألف الجانب الواحد في المجرى وعلينا أولاً إذا كان عدد ملفات المجموعة للوجه تحت القطب مثلاً ملفين أن نبدأ بإسقاط ملفات نصف المجموعة وهو مثلاً ملف واحد كما هو موضح في الرسم (ل) .



ثانياً : أترك عدد من المجارى يساوى نصف عدد ملفات المجموعة أترك هذه المجارى خالية ثم أسقط بعد ذلك نصف مجموعة الوجه الثالث ثم نصف الوجه الثانى كما هو موضح في الرسم (م) .



ثالثاً : بعد ذلك نبدأ في إسقاط ملفات النصف الثانى للمجموعة الأولى للوجه الأول ثم نصف المجموعة الأولى للوجه الثالث وهكذا يستمر الإسقاط حتى ينتهى اللف للأوجه الثلاثة نصف يمين ونصف يسار كما هو موضح في الرسم (ن) .



استعمال نوعية اللف والخطوة

تستعمل عادة نوعية اللف جانب واحد في المجرى مع نوعية الخطوة المتداخلة خاصة في المحركات ذات القدرة الكبيرة حيث تكون مساحة مقطع السلك كبيرة وعدد لفات الملف قليلة مع مراعاة تواجد المكان الذى يسمح ببروز الملفات دون صفوف الغطائين عليها عند تقفيل المحرك . أما المحركات ذات القدرة الصغيرة أو المتوسطة لا مانع من لفها جانب واحد بخطوة متداخلة حتى لا يقال أن الجانب الواحد خاص بنقط المتداخل في المحركات الكبيرة ولكن وجد أن أفضل إما أن تلف جانب واحد بخطوة ثابتة أو ذات الجناحين .

تستعمل عادة نوعية اللف جانبيين في المجرى مع نوعية الخطوة ثابتة خاصة في المحركات ذات القدرة الصغيرة حيث تكون مساحة مقطع السلك صغيرة وعدد لفات الملف كثيرة كما تستعمل الخطوة الثابتة في الحالات التى لا يوجد في جسم المحرك مكان لبروز الملفات وحتى لا يقال أن الجانبيين خاصة فقط بالثابتة فإنه يمكن استعمال الجانبيين مع الخطوة المتداخلة إذا كان جسم المحرك يسمح بذلك .

وعلى هذا يمكن القول أن اختيار كل من نوعية اللف أو الخطوة يرجع إلى أيهما أفضل وأنسب في لف المحرك .

في محركات الثلاثة أوجه يمكن إعادة لفة حسب التقسيم الخاص ببياناته التى كان عليها من حيث السرعة ومساحة مقطع السلك وعدد لفات كل ملف وكذا نوعية اللف والخطوة ومقدار الخطوة — كما يمكن عند إعادة لفة تغيير جميع هذه البيانات وتقسيم تقسيم جديد يتفق مع السرعة الجديدة وتطبيقاتها سواء كانت أكبر أو أقل من التى كان عليها والسبب في ذلك هو أن محركات الثلاثة أوجه لا ترتبط بمكثفات ولا يوجد بها مفتاح طرد مركزي متوقف عمله في متح دائرة التقويم عند سرعة معينة .

ولكن يجب عند تغيير سرعة المحرك إلى أكبر أو أصغر الالتزام بتغيير كل من مساحة مقطع السلك وكذا عدد لفات كل ملف حسب القانون السابق شرحه الخاص بتغيير سرعة المحركات سواء كانت وجه واحد أو ثلاثة أوجه .

خطوات تقسيم المحرك

- عند لف أى محرك يجب استعمال خطوات التقسيم للتعرف على بيانات اللف .
- ١ — معرفة أو تحديد سرعة المحرك ومنها تحدد عدد أقطاب المحرك .
 - ٢ — معرفة عدد المجارى الكلية الخاصة بالمحرك .
 - ٣ — إيجاد عدد مجارى كل قطب = عدد مجارى المحرك ÷ عدد الأقطاب = مجرى .
 - ٤ — حساب عدد مجارى كل وجه تحت كل قطب = عدد مجارى القطب ÷ عدد الأوجه = مجرى .
 - ٥ — تحديد نوعية اما جانب أو جانبيين فى المجرى .
 - ٦ — تحديد نوعية الخطوة اما ثابتة أو متداخلة (عادية) أو (ذات الجناحين) .
 - ٧ — حساب مقدار خطوة اللف على أساس نوعية الخطوة .
 - ٨ — حساب قيمة المجرى بالدرجات = زاوية القطب ١٨٠° ÷ عدد مجارى القطب = درجة .
 - ٩ — حساب بعد بدايات الأوجه الثلاثة = زاوية الوجه° ÷ زاوية المجرى = مجرى .
- هذا ويمكن حساب بعد البدايات للأوجه الثلاثة على أساس $\frac{2}{3}$ مجارى القطب أو قسمه عدد مجارى المحرك ÷ ٣ لتوازن بعد البدايات .

مثال

محرك ثلاثة أوجه المضمون الثابت ١٢ مجرى وسرعته ٢٨٥٠ لفة/دقيقة

التقسيم

- ١ — سرعة المحرك = ٢٨٥٠ لفة = ٢ قطب
 - ٢ — عدد مجارى المحرك الكلية = ١٢ مجرى .
 - ٣ — عدد مجارى كل قطب = ١٢ ÷ ٢ = ٦ مجرى .
 - ٤ — عدد مجارى كل وجه تحت كل قطب = ٦ ÷ ٣ = ٢ مجرى .
- ثم تحدد نوعية اللف ونوعية الخطوة ومقدار الخطوة حسب الشرح السابق .
- ٥ — قيمة المجرى بالدرجات = ١٨٠° ÷ ٦ = ٣٠ درجة .
 - ٦ — بعد بدايات الأوجه الثلاثة = ١٢٠° ÷ ٣٠° = ٤ مجرى .
- أو حسابها على أساس $\frac{2}{3}$ مجارى القطب = ٦ × $\frac{2}{3}$ = ٤ مجرى .
- أو على أساس مجارى المحرك ÷ ٣ = ١٢ ÷ ٣ = ٤ مجرى

كيف تحدد أطراف التوصيل الخارجة من محرك ثلاثة أوجه

كثيرا ولظروف ما تمر بالمحرك تنعدم فيها معالم أطراف التوصيل للدوائر الثلاثة بالمحرك ويصعب مع هذا تحديد رموز الأطراف الستة الخارجة من المحرك لنوصيلها اما نجمة أو دلتا — لهذا السبب ومن الأدوات والأجهزة والعمليات الآتية يمكن التعرف على أطراف كل وجه من الأوجه الثلاثة وتحديد رموزها .

الأدوات والأجهزة المستعملة

- ١ — مصباح اختبار مناسب مع التأكد من صلاحيته .
- ٢ — محول كهربى ٢٢٠ فولت يعطى ١١٠ فولت ثانوى فى حدود قدرة (٥٠٠ وات) .
- ٣ — جهاز فولت تيار متغير يقرأ من صفر الى ٢٢٠ فولت بتدرج سهل القراءة .

العمليات المنفذة

- ١ — بواسطة مصباح الاختبار يمكن تحديد طرفى كل دائرة من دوائر المحرك الثلاثة — ثم رقم الدائرة الأولى وهى أى دائرة تختارها برقم (١ — ١) والدائرة الثانية وهى أيضا يمكن اختيارها برقم (٢ — ٢) والدائرة الثالثة وهى الباقية برقم (٣ — ٣) كما هو مبين بالرسم .
- ٢ — وصل طرفى الدائرة الأولى (١ — ١) بطرفى خرج المحول وهو الثانوى ١١٠ فولت دون أن توصل المحول على الينبوع حسب الرسم .
- ٣ — صل طرفى الدائرة الثانية والثالثة برقم (٢ ، ٣) بالتوالى مع بعضهما ثم وصل الطرفين رقم (٢ ، ٣) بطرف جهاز الفولت حسب الرسم .
- ٤ — بعد تنفيذ هذه العمليات وصل طرفى التغذية للمحول .

٥ — اذا قرا جهاز الفولت عند توصيل المحول على التيار يكون هذا الوضع غير مطلوب وعلى هذا بدل رقم (٢ ، ٣) بحيث يوصل رقم (٣) مع (٢) ثم وصل رقم (٢) مع جهاز الفولت بدلا من رقم (٢) بعد هذا التبديل في توصيل الأطراف مع التأكد من سلامة جميع التوصيلات يجب عند توصيل المحول على التيار أن لا يقرأ جهاز الفولت وهو الوضع المطلوب والرسم يوضح هذه العملية .

٦ — بعد تنفيذ العملية السابقة والتأكد منها ومن عدم قراءة جهاز الفولت افصل التيار عن المحول ثم اعطى طرف الدائرة الثانية والمتصل بجهاز الفولت حرف B والطرف الآخر لنفس الدائرة وهو المتصل مع طرف الدائرة الثالثة حرف B ثم اعطى طرف الدائرة الثالثة والمتصل بجهاز الفولت حرف C والطرف الآخر والمتصل مع الدائرة الثانية حرف C كما هو بالرسم .

٧ — بعد اعطاء الرموز السابقة للأطراف افصل طرفى الدائرة الثالثة وهى C-C من طرفى الدائرة الثانية وجهاز الفولت ثم وصل طرفى الدائرة الثالثة بطرفى خرج المحول ١١٠ فولت بدلا من طرفى الدائرة الأولى — وصل طرفى الدائرة الأولى مع الدائرة الثانية وجهاز الفولت أى مكان طرفى الدائرة الثالثة مع ثبات طرفى الثانية فى مكانهما .

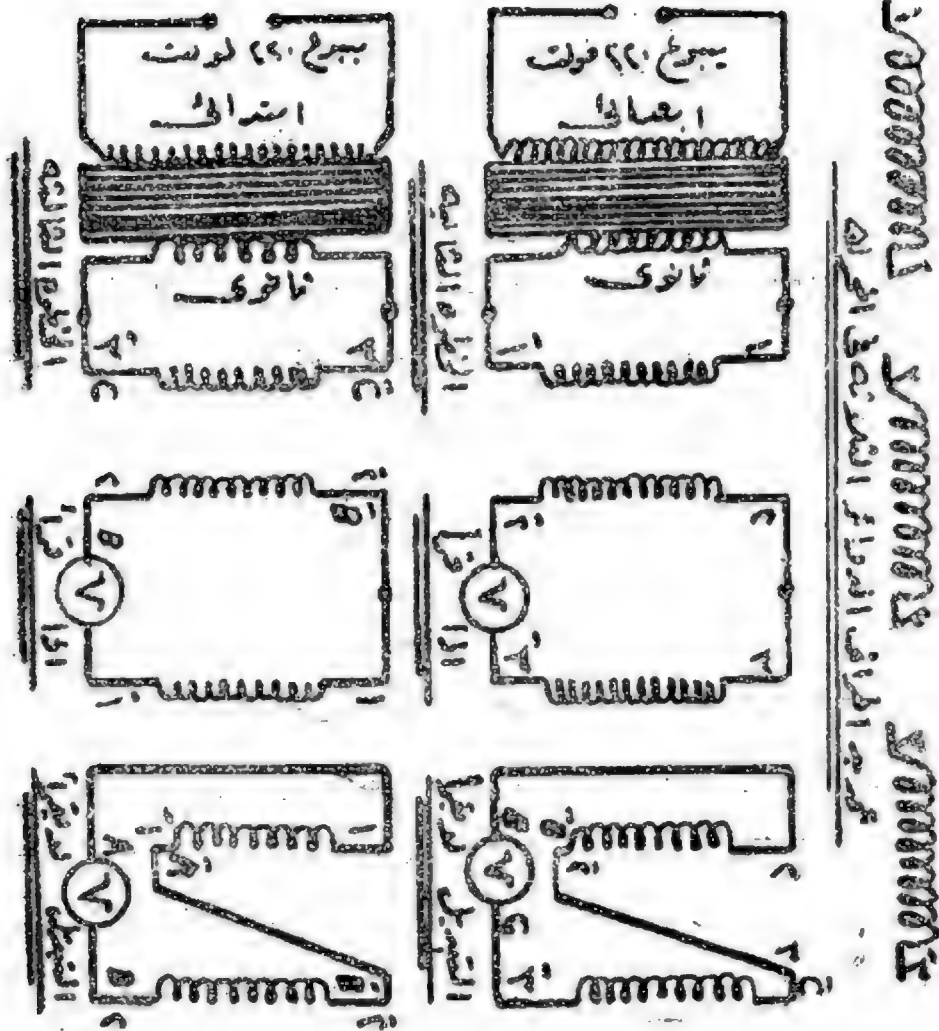
٨ — وصل المحول على التيار فاذا قرا جهاز الفولت وجب تعديل طرفى الدائرة الأولى فقط مع عدم المساس بطرفى الدائرة الثانية وفى هذه الحالة يجب أن لا يقرأ جهاز الفولت وهو المطلوب .

٩ — بعد تنفيذ العملية رقم ٨ السابقة وبعد التأكد من عدم قراءة جهاز الفولت اعطى طرف الدائرة الأولى والمتصل مع جهاز الفولت حرف A والطرف الآخر والمتصل مع الدائرة الثانية حرف A .

بهذا يكون عن طريق تنفيذ العمليات السابقة بكل دقة والموضح بالرسومات لكل خطوة يمكننا تحديد طرفى كل وجه من الأوجه الثلاثة فى المحرك واعطاء الرموز لها التى تسهل عملية توصيل المحرك بطريقة النجم أو دلتا .

عمليات تحديد أطراف المحرك

ثلاثة أوجه



الحرف A هو	U	والحرف A هو	X
الحرف B هو	V	والحرف B هو	Y
الحرف C هو	w	والحرف C هو	z

ملاحظات وإرشادات هامة في لف المحركات

عند تقسيم المحرك للفة نجد أن كل وجه له عدد من المجموعات والمجموعة هي عبارة عن عدد ملفات مجارى الوجه تحت كل قطب ويختلف عدد هذه المجموعات في اللف إذا كان نوعه جانب واحد عن عددها إذا كان اللف جانبيين في المجرى حيث نجد الآتى :

١ — إذا كان اللف جانب واحد في المجرى يكون عدد مجموعات كل وجه يساوى نصف عدد أقطاب المحرك أى إذا كان المحرك أربعة أقطاب كان عدد مجموعات الوجه اثنين وعلى هذا يكون توصيل هذه المجموعات مع بعضها على أساس نهاية المجموعة الأولى مع بداية المجموعة الثانية على أن يستمر هذا التوصيل نهاية مع بداية حسب عدد المجموعات بحيث يتبقى في النهاية بداية المجموعة الأولى كبداية وجه ونهاية المجموعة الأخيرة كنهاية وجه .

٢ — إذا كان اللف جانبيين في المجرى يكون عدد مجموعات كل وجه يساوى عدد أقطاب المحرك وعلى هذا يكون توصيل هذه المجموعات مع بعضها على أساس نهاية المجموعة الأولى مع نهاية المجموعة الثانية وبداية الثانية مع بداية الثالثة وهكذا حتى يتبقى لنا بداية المجموعة الأولى بداية وجه وبداية المجموعة الأخيرة نهاية وجه .

٣ — برأى تحديد بداية المجموعة الأولى لكل وجه على أساس حساب عدد البدايات بين الأوجه الثلاثة .

٤ — عندما نستعمل قيمة الخطوة تطبيقية فقط جانب واحد في المجرى يكون نوع الخطوة ذات الجناحين وهنا تضاعف عدد المجموعات وتساوى عدد الأقطاب مع أن اللف جانب واحد وعلى هذا يكون توصيل المجموعات نهاية مع نهاية وبداية مع بداية كما يحدث هذا الوضع في المحركات ذات القطبين وسبب التضاعف هو قسمة المجموعة .

محركات الثلاث أوجه الشاذة

تعريف المحرك :

- هو المحرك ذو التوزيع الخاص لملفات الأوجه الثلاثة حيث الآتى :
- ١ — فى المحرك العادى نجد أن جميع مجموعات الأوجه متساوية فى عدد المجارى ولكن فى المحرك الشاذ نجد مجموعات الوجه بعضها متساوى والبعض غير متساوى فى عدد المجارى .
 - ٢ — فى المحرك العادى نجد جميع الملفات سواء فى الخطوة الثابتة أو المتداخلة بمقدار واحد ولكن فى المحرك الشاذ نجد فى بعض الحالات المقدار للخطوة واحد وفى البعض الآخر نجد أكثر من خطوة .
- معنى هذا أن المحرك الواحد نجد فيه ملفات بمقدار خطوة وملفات بمقدار آخر فى نفس المحرك .

الأسباب :

أولاً — فى بعض المحركات نجد أن عدد المجارى الكلية فردى العدد مثل (٩ ، ٢٧ ، ٤٥) هذا النوع من المحركات عند لئه بأى عدد من الاقطاب يعتبر شاذ والسبب هو تواجد كسر من المجرى فى كل من عدد مجارى القطب وعدد مجارى الوجه تحت القطب مثلاً محرك ٢٧ مجرى ٤ اقطاب نجد أن عدد مجارى القطب $27 \div 4 = 6\frac{3}{4}$ مجرى وعدد مجارى الوجه تحت القطب $6\frac{3}{4} = 3 = 6\frac{3}{4}$ مجرى .

ثانياً — بعض المحركات نجد أن عدد المجارى الكلية زوجى العدد ولكن عند لئه بقطبية معينة نجده يعتبر شاذ مثلاً محرك ١٨ مجرى زوجى العدد ولكن عند تقسيمه ٤ اقطاب نجد أن عدد مجارى القطب $18 \div 4 = 4\frac{1}{2}$ مجرى وعدد مجارى الوجه تحت القطب $4\frac{1}{2} = 3 = 4\frac{1}{2}$ مجرى .

ثالثاً — هناك محركات عدد المجارى زوجى وتعتبر شاذة عند لئها بقطبية معينة ولكن نجد أن عدد مجارى القطب ليس به كسر ولكن عند حساب عدد مجارى الوجه تحت القطب يحدث تواجد الكسر مثلاً محرك ٢٤ مجرى ٦ اقطاب عدد مجارى القطب $24 \div 6 = 4$ مجرى ولكن عدد مجارى الوجه تحت القطب $4 \div 3 = 1\frac{1}{3}$ مجرى .

من هذا الشرح نجد أن تواجد الكسر دائم فى عدد مجارى الوجه تحت القطب ولعلاج هذا الكسر سمي المحرك بالشاذ حيث يحتاج الى معالجة لهذا الكسر بالتوزيع الخاص للملفات كما سبق فى تعريف المحرك .

من الشرح السابق نقول أن الكسر الذى يتواجد فى عدد مجارى القطب لا يهم ولكن الذى يهمنا هو الكسر الموجود فى عدد مجارى الوجه تحت القطب فإذا كان هذا الكسر $\frac{1}{2}$ مع رقم صحيح فى هذه الحالة يمكن اختيار نوعية من أربع نوعيات للـف المحرك كما هو موضح فى انفرادات الـف .

أما إذا كان الكسر الموجود فى عدد مجارى الوجه تحت القطب خلاف $\frac{1}{2}$ مثلاً ($\frac{1}{3}$ ، $\frac{1}{4}$) فى هذه الحالة لا توجد غير نوعية واحدة للـف المحرك وهى عن طريق الجدول الخاص كما هو موضح فى انفرادات الـف .

مثال

محرك ثلاثة أوجه ١٨ مجرى ويراد تقسيمه ٤ أقطاب

عدد مجارى القطب = $18 \div 4 = 4.5$ مجرى .

عدد مجارى الوجه تحت القطب = $4.5 \div 4 = 1.125$ مجرى

فى هذا المحرك ٤ نوعيات للـفة لأن الكسر $\frac{1}{2}$.

أما بالنسبة لخطوة الـف تحسب عند اختيار نوعية الـف على أساس
أما (٥) ثابتة أو متداخلة (٤ — ٦) أو (٥) للـفات (٦) للـفات أخرى .

مثال آخر

محرك ثلاثة أوجه ٢٧ مجرى ويراد تقسيمه ٦ أقطاب :

عدد مجارى القطب = $27 \div 6 = 4.5$ مجرى .

عدد مجارى الوجه تحت القطب = $4.5 \div 3 = 1.5$ مجرى .

أيضاً هذا المحرك له ٤ نوعيات للـفة لأن الكسر $\frac{1}{2}$.

إذا كان هذا المحرك يراد تقسيمه ٤ أقطاب :

نجد عدد مجارى الوجه تحت القطب = $4.5 \div 3 = 1.5$ مجرى .

فى هذه الحالة نجد الكسر $\frac{1}{2}$ وعلى هذا يلف المحرك بنوعية واحدة
حسب الجدول الخاص بإسقاط الـفات أما الخطوة تحسب (١ — ٧) فقط .

أما المجارى الكلية وتوزيعها على أربعة أقطاب على أساس (٢٢٥ مجرى) تحت كل قطب وتعديل هذا الوضع هو رفع ($\frac{1}{4}$ مجرى) من ثلاثة أقطاب وتضاف الى القطب الرابع فيصبح (٣ مجرى) بدلا من (٢٢٥ مجرى) ويصبح عدد مجارى الوجه تحت الأقطاب الأول والثاني والثالث (٢ مجرى فقط) ويطبق هذا الوضع بالنسبة للأوجه الثلاثة .

٤ - حالة أخرى بالنسبة لمحرك ثلاثة أوجه يحتوى على ٢٤ مجرى

٦ أقطاب (فى هذا المحرك سنجد الكبر خلاف $\frac{1}{4}$ وهو $\frac{1}{2}$ وله طريقة واحدة) .

التقسيم

- عدد مجارى القطب = $24 \div 6 = 4$ مجرى .
- عدد مجارى الوجه تحت القطب = $4 \div 3 = 1\frac{1}{3}$ مجرى .
- مقدار المجرى بالدرجات = $180^\circ \div 4 = 45$ درجة كهربية .
- بعد المداخل = $120^\circ \div 45 = 2\frac{2}{3}$ مجرى تعدل الى ٣ مجرى .

التعليق والتعديل

فى هذا المحرك نجد ان عدد مجارى القطب سليمة وهى (٤ مجرى) وكذا خطوة اللف نجدها سليمة وهى (١ - ٥) أما عدد مجارى الوجه تحت القطب نجدها ($1\frac{1}{3}$ مجرى) والتصرف فى هذا الوضع هو رفع ($\frac{1}{4}$ مجرى) من أربعة أقطاب وإضافة ($\frac{1}{4}$ مجرى) الى القطب الخامس فيصبح (٢ مجرى) وإضافة $\frac{2}{3}$ مجرى الى القطب السادس فيصبح (٢ مجرى) على هذا يكون تم توزيع عدد (٨ مجرى) وهى الخاصة لكل وجه يكامل على (٦ قطب) بالترتيب :

الوجه الأول (٢ - ٢ - ١ - ١ - ١ - ١) مجرى

الوجه الثالث (٢ - ٢ - ١ - ١ - ١ - ١) مجرى

الوجه الثانى (١ - ١ - ١ - ٢ - ٢ - ١) مجرى

وهذا التوزيع على أساس بعد مداخل التيار الذى عدل من ($2\frac{2}{3}$ مجرى) الى (٣ مجرى) ويلاحظ ان هذه العملية تحتاج الى جهود وعناية كبيرة حتى لا تحدث اخطاء والرسم الخاص بالانفرادات يوضح هذا .

حساب لف محركات الثلاثة أوجه

فى الوجه الواحد تكون الآلة بها دائرة كهربية واحدة وفيها الآتى :

ضغط الخط = ضغط الوجه .

وبذلك تكون القدرة مع اعتبار معامل القدرة

$$\text{ض} \times \text{ش} \times \text{جتاحه} = \text{وات}$$

أما في حالة الثلاثة أوجه يكون المحرك به ثلاثة دوائر كهربية كل منها مستقل عن الآخر ثم يتم توصيل الدوائر الثلاثة مع بعضها إما بطريقة النجمة أو بطريقة الدلتا وتكون الزاوية للوجه بين الضغوط في الثلاثة دوائر (١٢٠ درجة) .

في حالة توصيل المحرك دلتا يكون الوضع كالآتي :

$$\text{ض} = \text{ض}_1$$

أما تيار الخط (ش) فهو محصلة تيارى دائرتين :

$$\therefore \text{ش} = \text{ش}_1 \sqrt{3}$$

في حالة توصيل المحرك نجمة يكون الوضع كالآتي :

$$\text{ش} = \text{ش}_1$$

أما ضغط الخط (ض) فهو محصلة ضغطى دائرتين .

$$\therefore \text{ض} = \text{ض}_1 \sqrt{3}$$

وعلى هذا تكون القدرة الكهربائية في الثلاثة أوجه كالآتي :

$$\text{القدرة} = \sqrt{3} \text{ض ش جتاحه} = \text{وات}$$

وهكذا يمكن تحديد قيمة القدرة عن طريق الحسابات السابقة وكلها معلومة ويمكن التعرف عليها ولكن في بعض الحالات تفقد معلومات المحرك وتصبح قدرته مجهولة نهل يمكن معرفة قدرة المحرك بطريق حسابى وعلى ومن واقع حديد المحرك هذا هو الجديد بدرجة لا تقل عن ٩٠٪ من القدرة الأساسية للمحرك وحسب ظروف تصنيع المحرك .

تحديد قيمة القدرة

إذا كانت قدرة المحرك غير معلومة لسبب ما فيمكن تقديرها بالحساب

الآتى :

١ — أوجد عدد المجرى الكلية للمحرك .

٢ — أوجد عرض السنن الحديد بالسنتيمتر مع الدقة الكبيرة في

القياس .

٣ — أوجد طول المجرى بالسنتيمتر حسب رقائق العضو الدائر .

٤ — قيمة ضغط الينبوع الذي يعمل عليه المحرك (٣٨٠ فولت .
نجمة) .

٥ — قيمة الفيض المغناطيسى للوحدة المربعة بالسنتيمتر ويمكن
اعتبارها كالآتى :

(أ) المحركات اقل من واحد كيلوات استعمل (٩٥٠٠ خط)
للسنتيمتر المربع الى (١٠٠٠٠ خط) .

(ب) المحركات من واحد الى ثلاث كيلوات (٩٠٠٠ خط) .

(ج) المحركات من ثلاثة الى خمسة كيلوان (٨٥٠٠ خط) .

(د) المحركات اكبر من خمسة كيلوان (٧٥٠٠ خط) .

٦ — استعمل الارقام الثابتة (١٢ — ١٥٠٠ — ١٠) .

٧ — اذا كان معامل القدرة غير معلوم يمكن اعتباره (٠.٧٠ — ٠.٧٣ .

— ٠.٨٠ — ٠.٨٥ — ٠.٩٠) ويكون الفرق تصاعدى كلما نقصت القدرة

اى اذا كان المحرك اكثر من خمسة كيلوات يكون المعامل (٠.٧٠) واذا كان

اقل من واحد كيلوات يكون معامل القدرة (٠.٩٠) .

لتنفيذ العمليات الحسابية بالبيانات السابقة ابدأ الآتى :

اقسم عدد الجارى الكلية للمحرك على الرقم الثابت (١٢) = مجرى

ناتج القسمة السابق x عرض السنة x طول المجرى = مساحة حديد

بعد ذلك اوجد مربع مساحة الحديد التى حصلت عليها فى العملية

السابقة .

∴ القدرة =

مربع الحديد x الفيض المغناطيسى للوحدة x الضغط x سرعة المحرك

= وات

١٥٠٠ x ١٠

مثال

محرك تيار متغير ثلاثة اوجه يعمل على ضغط ٣٨٠ فولت وموصل

بطريقة النجمة يحتوى على ٢٤ مجرى وفيه عرض السنة الحديد ٧ سم

وطول المجرى ٨ سم وسرعته ١٥٠٠ لفة/دقيقة والمطلوب معرفة قيمة

قدرة هذا المحرك .

الحل

$$\text{عدد المجارى المطلوب} = \text{عدد المجارى الكلية} \div ١٢ = ٢٤ \div ١٢ = ٢ \text{ مجرى}$$

$$\text{مساحة الحديد المطلوبة} = \text{عدد المجارى المطلوب} \times \text{عرض السنة} \times \text{طول المجرى}$$

$$= ٢ \times ٠.٧ \times ٨٨ = ١٢٣٢ \text{ سم}^٢$$

$$\text{مربع الحديد المطلوب} = ١٢٣٢ \times ١٢٣٢ = ١٥١٧٨٢$$

$$\text{قيمة القدرة} =$$

$$\text{مربع الحديد} \times \text{الفيض المغناطيسى} \times \text{الضغط} \times \text{سرعة المحرك}$$

$$= \frac{10. \times 1000.}{10. \times 1000.}$$

$$= \frac{1000. \times 380. \times 9000. \times 151782}{10. \times 1000.} = 550. \text{ وات}$$

عند اختيار قيمة الفيض المغناطيسى للوحدة المربعة رغم عدم معرفة قيمة القدرة يختار الرقم المناسب لتقدير قدرة المحرك فى البداية فمثلا فى المثال السابق اختير الرقم (٩٥٠٠ خط) تقديريا لحجم المحرك وقدرته وبعد تنفيذ العمليات الحسابية وجدت ان قدرة المحرك (٥٥٠ وات) وبذلك يكون اختيار قيمة الفيض المغناطيسى مناسبة لأنها للمحركات التى اقل من واحد كيلوات كما بينا سابقا .

حساب مساحة مقطع السلك

بعد التمكن من معرفة وتحديد قيمة قدرة المحرك اذا كانت مجهولة يمكن ايضا التوصل الى معرفة قيمة مساحة مقطع السلك المستعمل فى لف هذا المحرك المجهولة بياناته بعد التوصل من معرفة الآتى :

١ — قدرة المحرك بالوات .

٢ — قيمة ضغط الينبوع الذى يعمل عليه المحرك فى حالة توصيله نجمة .

٣ — قيمة معامل القدرة واذا تعذر معرفته استعمل الرقم المناسب لقدرة المحرك (من ٠.٧ الى ٠.٩) .

٤ — كثافة التيار لكز، مم^٢ ويمكن استعمال (٥ أمبير) .

٥ — جذر ثلاثة وهو (١.٧٣٢) .

من هذه البيانات السابقة والتي يمكن التعرف عليها يمكن تحديد أولا قيمة الأمبير في سلك المحرك ثم بعد ذلك الحصول على مساحة مقطع السلك اللازم ثم من الجدول الخاص بأسلاك ألف يمكن تحديد قطر السلك المناسب لمساحة المقطع التي حصلنا عليها .

القدرة بالوات

$$\text{قيمة الأمبير} = \frac{\text{جذر ثلاثة} \times \text{الضغط} \times \text{معامل القدرة}}{\text{أمبير}}$$

مثال

محرك تيار متغير ثلاثة أوجه قدرته ٣ر٥ كيلوات يعمل على ضغط ٣٨٠ فولت وهو موصل بطريقة نجمة ومعامل قدرته ٠.٨ . والمطلوب معرفة مساحة مقطع السلك المستعمل في لفه .

الحل

$$\text{قدرة المحرك بالوات} = ٣ر٥ \times ١٠٠٠ = ٣٥٠٠ \text{ وات}$$

$$\text{قيمة الأمبير} = \frac{٣٥٠٠}{٠.٨ \times ٣٨٠ \times ١.٧٣٢} = ٦٦٤ \text{ أمبير}$$

$$\text{مساحة مقطع السلك} = ٦٦٤ \div ٥ = ١٣٢ \text{ سم}^٢$$

يقابلها قطر (١٣ مم) وفي هذه الحالة يمكن لف الملف بسلك مساحة مقطعه نصف المساحة السابقة مزدوج أى بقطر (٩.١ مم) . إذا تعذر استعمال السلك الأول لكبر قطره وضيق فتحة الجرى بالمحرك .

محرك تيار متغير ثلاثة أوجه قدرته ٥ر٥ كيلوات يعمل على ضغط ٣٨٠ فولت موصل دلنا ومعامل قدرته ٠.٧٣ . والمطلوب معرفة قطر السلك المستعمل في لفه .

الحل

قدرة المحرك بالوات = $٥٠٥ \times ١.٠٠٠ = ٥٠٥.٠$ وات

ضغط المحرك في حالة نجمة = ٦٦٠ فولت

٥٥.٠

$$\text{قيمة الأمبير} = \frac{٥٥.٠}{١٧٣٢ \times ٦٦٠ \times ٠.٧٣} = ٦٧ \text{ أمبير}$$

$$\text{مساحة مقطع السلك} = ٦٧ \div ٥ = ١٣٤ \text{ مم}^2$$

من جدول أسلاك اللف نجد أن هذه المساحة لمقطع السلك وهي (١٣٤ مم^٢) يقابلها (١٣ مم) قطر السلك ويمكن كما هو في المثال السابق استعمال سلك مزدوج بنصف مساحة المقطع أي بقطر (٨٥ مم) .

تنبيه : استعمال قيمة الضغط (٣٨٠ فولت) فقط في قانون تحديد القدرة أما قانون تحديد قطر السلك وعدد اللفات استعمال قيمة الضغط الذي يعمل عليه المحرك نجمة فعلا .

لم يبق بعد التعرف على قدرة المحرك ومساحة مقطع السلك المستعمل في لف ملفاته غير التعرف على عدد لفات الملف وبذلك تكون جميع بيانات المحرك المفقود قد اكتملت ويمكن على ضوءها البدء في لف المحرك ولكي تحصل على عدد لفات الملف علينا أن نحصل أولا على البيانات الآتية وفيها ما سبق معرفته :

- ١ — قيمة ضغط الينبوع الذي يعمل عليه المحرك نجمة .
- ٢ — قيمة التردد لهذا الينبوع .
- ٣ — قيمة الفيض المغناطيسي للوحدة المربعة بالسنتيمتر ويمكن اعتبارها كالآتي :

- (أ) محركات أقل من واحد كيلوات (٩٥٠٠ خط) لكل سنتيمتر مربع .
- (ب) محركات من كيلوات واحد الى ثلاثة كيلوات (٩٠٠٠ خط) .
- (ج) محركات من ثلاثة الى خمسة كيلوات (٨٥٠٠ خط) .
- (د) محركات أكثر من خمسة كيلوات (٧٥٠٠ خط) .

- ٤ — استعمال الأرقام الثابتة (٠.٩٧ ، ٤٤٤ ، ١٥٠٠ ، ١٠^٨) .
- ٥ — سرعة المحرك لفة/دقيقة .
- ٦ — عدد المجارى الكلية للمحرك .
- ٧ — عدد ملفات الوجه الواحد كاملة .
- ٨ — قيمة معامل اللف ويمكن تحديده من الجدول حسب حالة المحرك .
- ٩ — مقدار عرض السننة الحديد .
- ١٠ — طول المجرى .

من البيانات السابقة يمكن تجميع القانون وحساب عدد لفات الملف على أساس الآتى :

عدد لفات ملف الوجه الواحد =

$$٠.٩٧ \times \text{الضغط للمحرك} \times ١٥٠٠ \times ١٠^٨$$

$$٤٤٤ \times \text{التردد} \times \text{الفيض المغناطيسى الكلى} \times \text{معامل اللف} \times \text{السرعة}$$

طريقة الحصول على معامل اللف

قبل تطبيق القانون السابق وهو الخاص بمعرفة عدد لفات الملف يجب التعرف على كيفية الحصول على معامل اللف حيث أنه جزء من القانون .

١ — من عدد مجارى الوجه تحت القطب يتكون عندنا من هذا العدد الرقم الرأسى وهو على يمين الجدول .

٢ — من ضرب عدد مجارى الوجه تحت القطب فى عدد الأقطاب يتكون عندنا من هذا الرقم الأفقى وهو الموجود فى أعلى الجدول .

٣ — المربع الذى نحصل عليه من تقاطع كل من الرقم الرأسى مع الرقم الأفقى يكون الرقم الذى بداخله يمثل قيمة معامل اللف المطلوب لهذا المحرك .

طريقة الحصول على الفيض المغناطيسى الكلى

١ — حدد قيمة الفيض للوحدة المربعة بالنسبة لقدرة المحرك حسب ما هو موضح سابقا .

٢ — أوجد عدد المجارى الكلية التى تخص وجه واحد من الثلاثة أوجه .

∴ قيمة الفيض المغناطيسى الكلى المطلوب = عدد مجارى الوجه الواحد × عرض السنة × طول المجرى × الفيض المغناطيسى للوحدة = خط مغناطيسى .

محرك تيار متغير ثلاثة أوجه قدرته ٥ كيلوات يعمل على ضغط ٢٨٠ فولت موصل نجم تردد التيار ٥٠ ذبذبة يتكون المحرك من ٣٦ مجرى وسرعته ١٤٥٠ لفة/دقيقة فيه عرض السنة الحديد ٠.٨ سم وطول المجرى ١٤ سم والمطلوب معرفة عدد لفات الملف الواحد كاملا .

عدد مجارى الوجه الواحد الكلية = $36 \div 3 = 12$ مجرى
قيمة الفيض الكلى = $12 \times 0.8 \times 14 \times 800 = 1102000$ خط
عدد ملفات الوجه الواحد = $12 \div 2 = 6$ ملفات
عدد مجارى الوجه تحت القطب = $12 \div 4 = 3$ مجرى (الرقم الرأسى لمعامل اللف) .

∴ الرقم الأفتى = $3 \times 4 = 12$
من الجدول الخاص بمعامل اللف نجد أن تقاطع الرقم الرأسى (٣) مع الرقم الأفتى (١٢) يعطى المربع الذى بداخله رقم (٠.٨٣) وهو معامل اللف المطلوب .

بعد الحصول على نتائج العمليات السابقة نضع القانون ثم نعوض بالأرقام .

$$\begin{aligned} & \text{عدد اللفات الكلية للوجه الواحد} = \\ & \frac{0.97 \times \text{ضغط الينبوع للمحرك} \times 1000 \times 10}{444 \times \text{التردد} \times \text{الفيض الكلى} \times \text{معامل اللف} \times \text{السرعة}} \\ & = \frac{0.97 \times 380 \times 1000 \times 10}{444 \times 50 \times 1102000 \times 0.83 \times 1450} = 178 \text{ لفة} . \end{aligned}$$

∴ عدد لفات الملف الواحد = عدد لفات الوجه الكلية ÷ عدد الملفات للوجه .

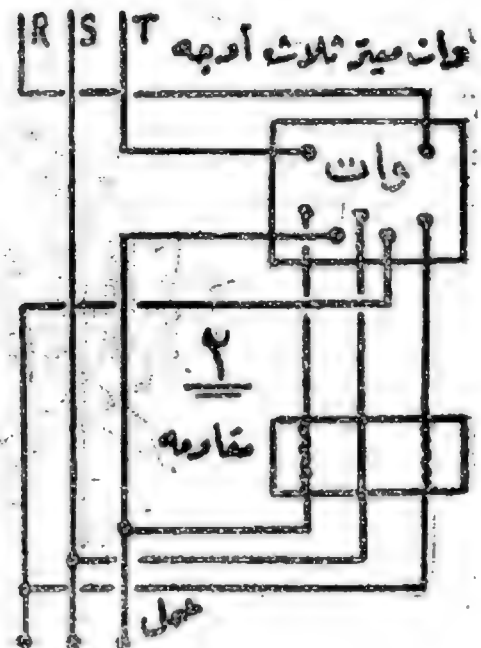
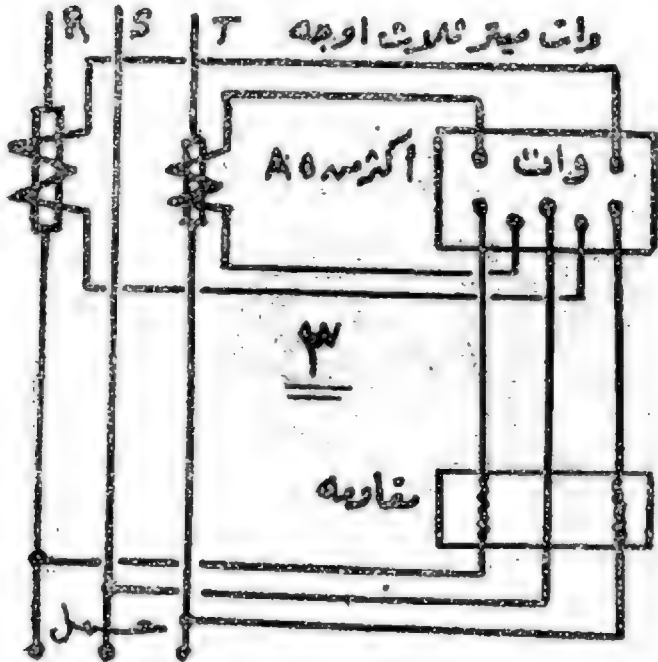
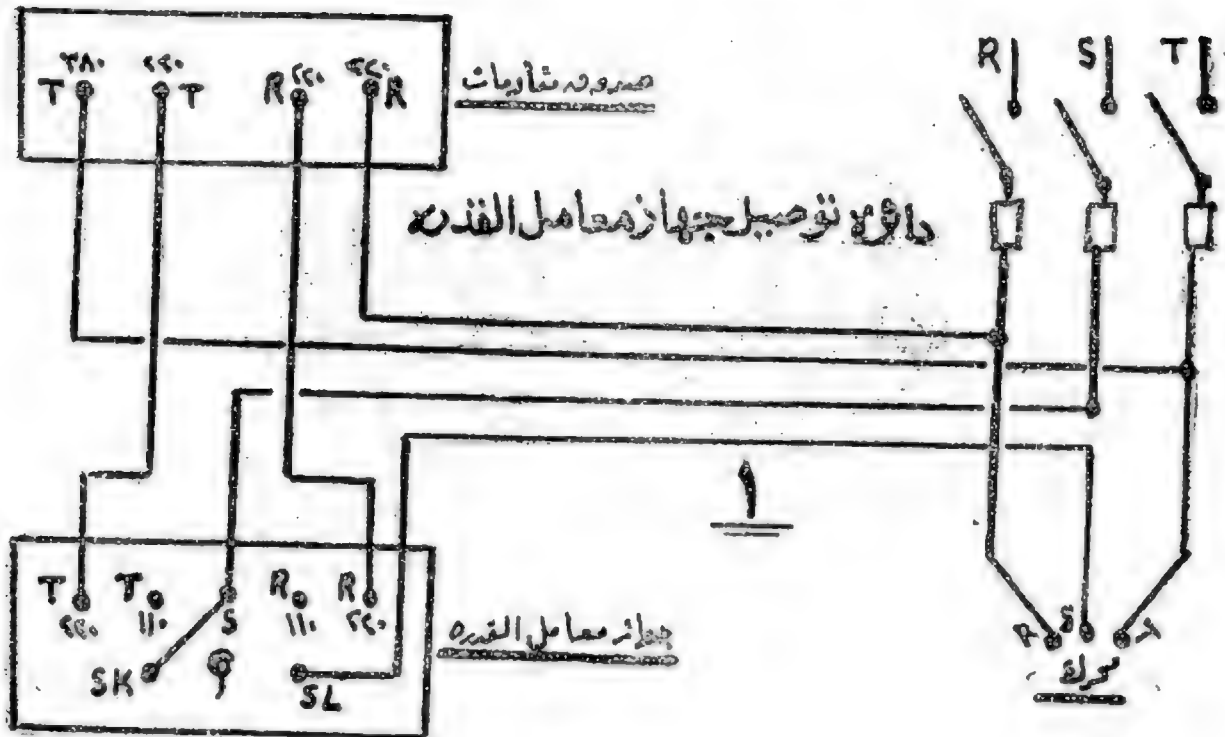
$$\begin{aligned} & = 178 \div 6 = 29.6 \text{ لفة} . \\ & = 30 \text{ لفة} . \end{aligned}$$

جدول تحديد قيمة معامل الف

احصائيات محرکات تيار متغير ثلاثة اوجه

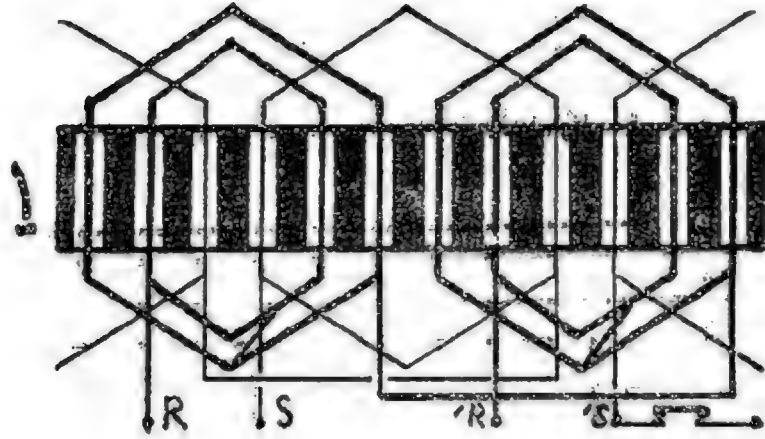
[illegible]

طرق توصيل جهاز وات ميتر ومعامل القدرة

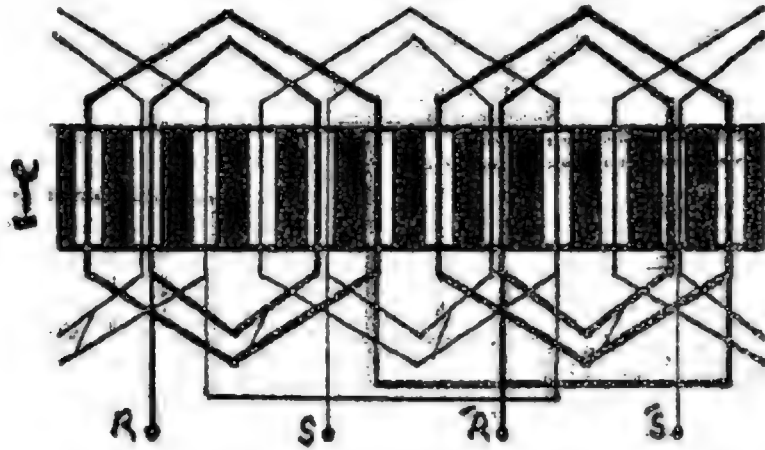


انفرادات لف محركات الوجه الواحد

المزودة بمفتاح طرد مركزي



محرك وجه واحد ١٢ مجرى ٢ قطب خطوة لف متداخلة (١-٦-٦)
تشغيل (٦ - ١) تقويم عدد مجارى قطب التشغيل ٤ مجرى عدد مجارى
قطب التقويم ٢ مجرى خطوة الملف الأصفر تشغيل = مجارى قطب
التقويم $2 + 2 = 4$ مجرى والملف الثانى $2 + 2 = 4$ مجرى .



محرك وجه واحد ١٢ مجرى ٢ قطب خطوة لف (١ - ٤ - ٦) لكل
من التشغيل والتقويم .

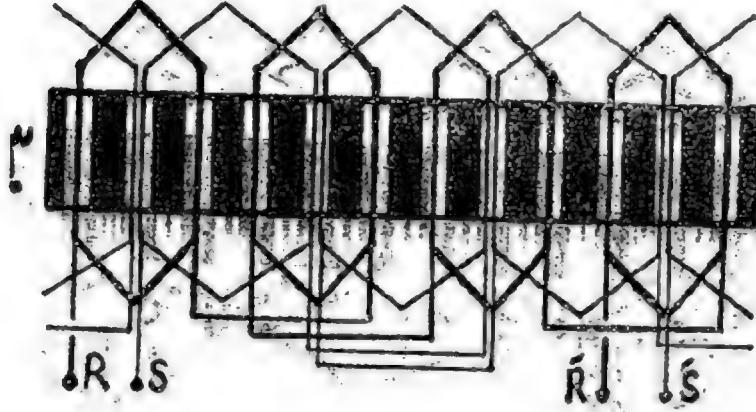
هذا المحرك يشترك التقويم مع التشغيل في مجرى تحت كل قطب

محرك وجه واحد ١٢ مجرى ٤ قطب خطوة لف (٣ - ١) تشغيل

(١ - ٤) تقويم .

عدد مجارى قطب التشغيل ٢ مجرى

عدد مجارى قطب التقويم واحد مجرى

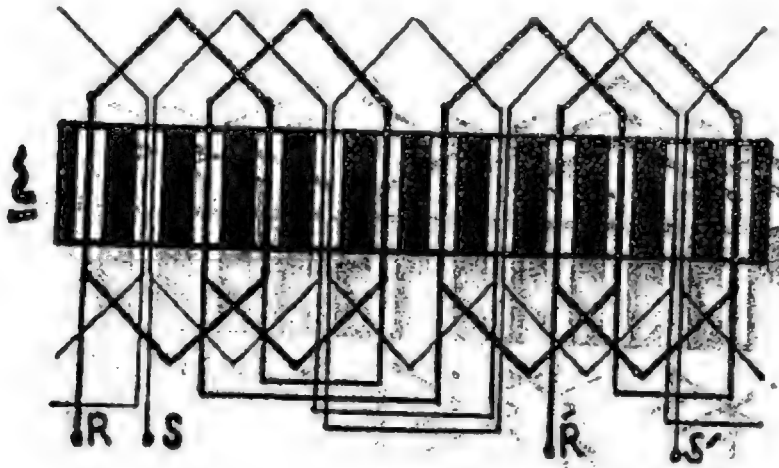


محرك وجه واحد ١٢ مجرى ٤ قطب خط. قوة لف (١ - ٤) لكل من

التشغيل والتقويم .

هذا المحرك تم تعديل خطوة التشغيل من (٣ - ١) الى (٤ - ١)

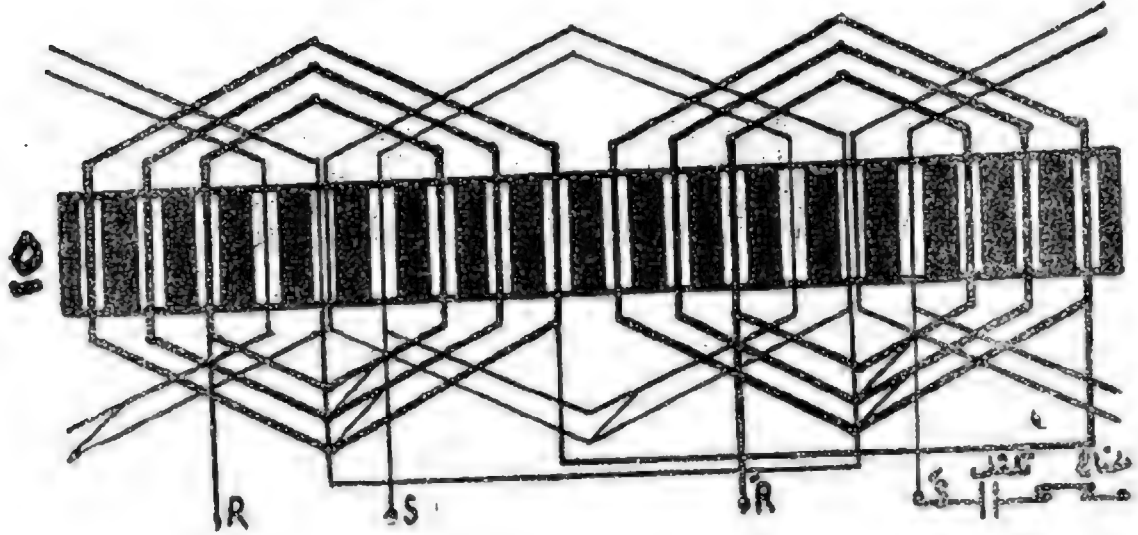
اصالح الف .



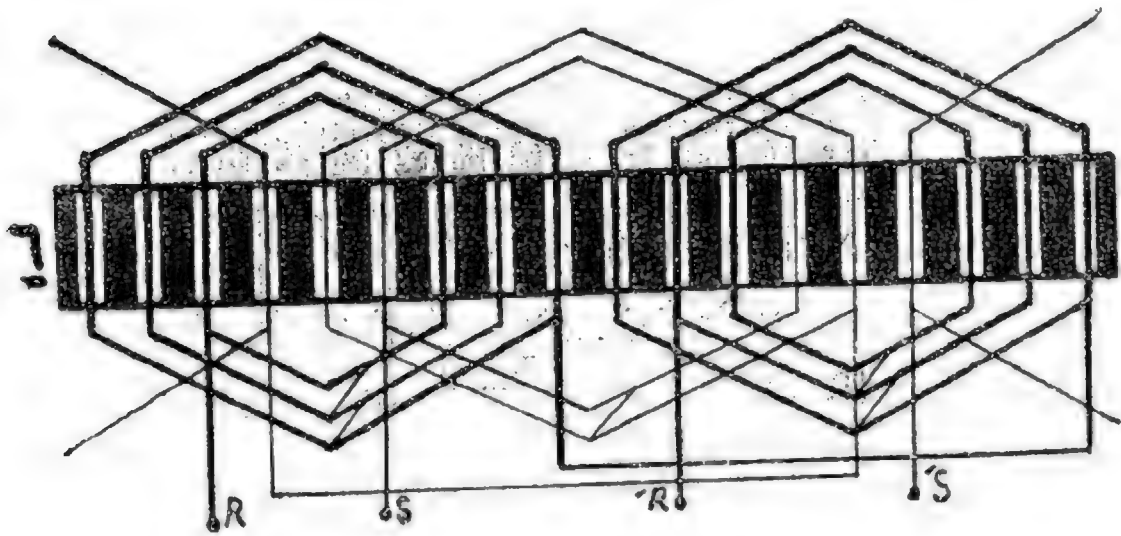
محرك وجه واحد ١٨ مجرى ٢ قطب خطوة التشغيل

(٥ — ٧ — ٩) خطوة التقويم (٨ — ١٠)

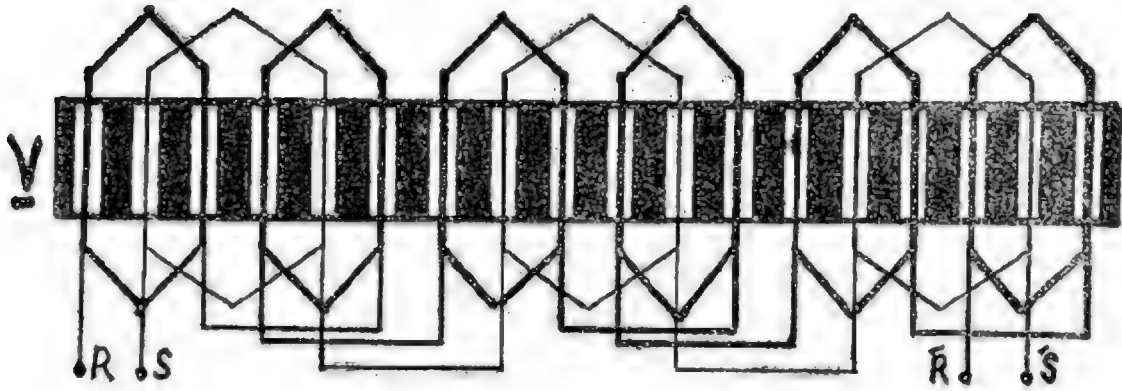
على أساس ملف ونصف التقويم



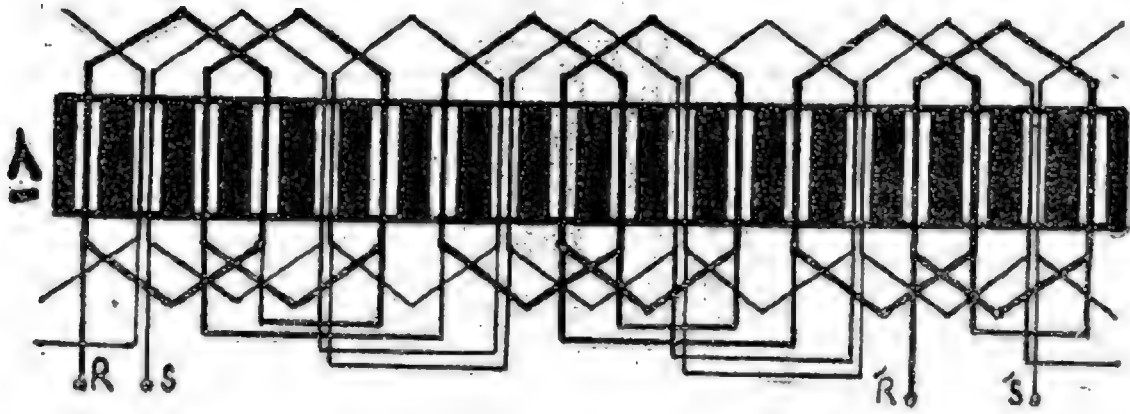
يختلف هذا المحرك عن سابقة في توزيع ملفات التقويم بحيث يكون
ملفين في اتجاه وملف في اتجاه وعلى هذا تكون خطوة التشغيل (٥ — ٧ — ٩)
والتقويم ملفين (٨ — ١٠) وملف (١ — ٨) .



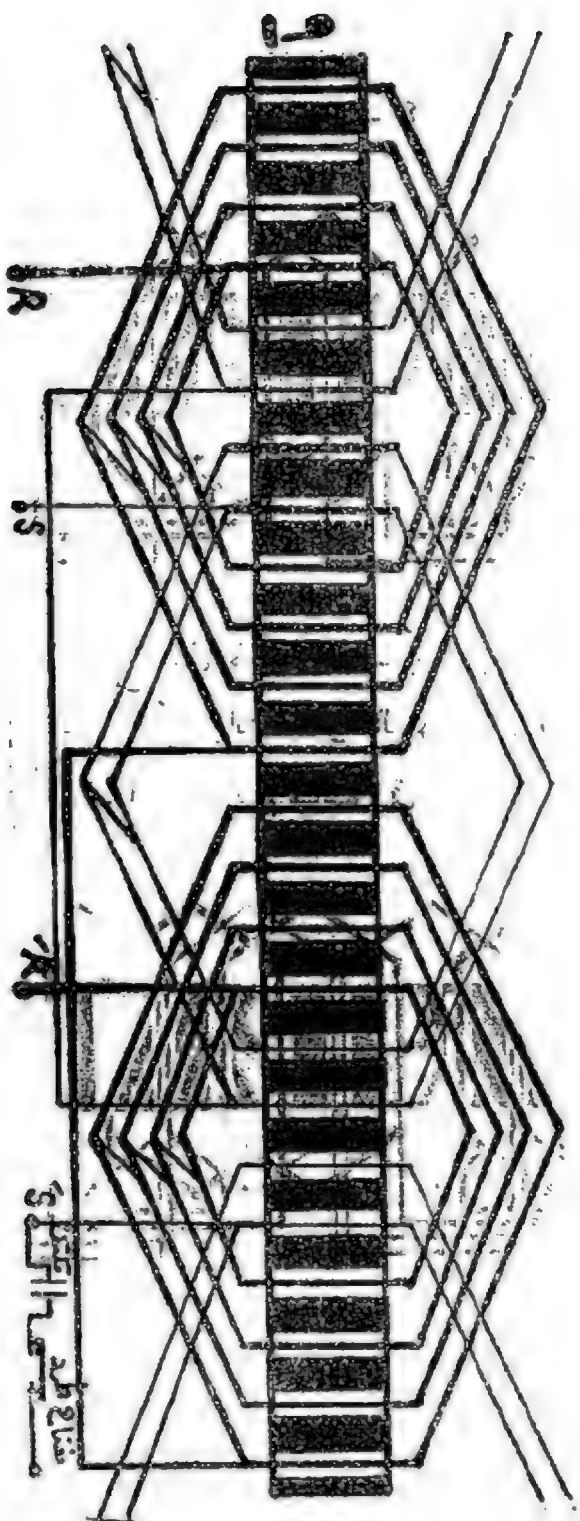
محرك وجه واحد ١٨ مجرى ٦ تنطب خطوة التشغيل (٣ — ١)
خطوة التقويم (٤ — ١)



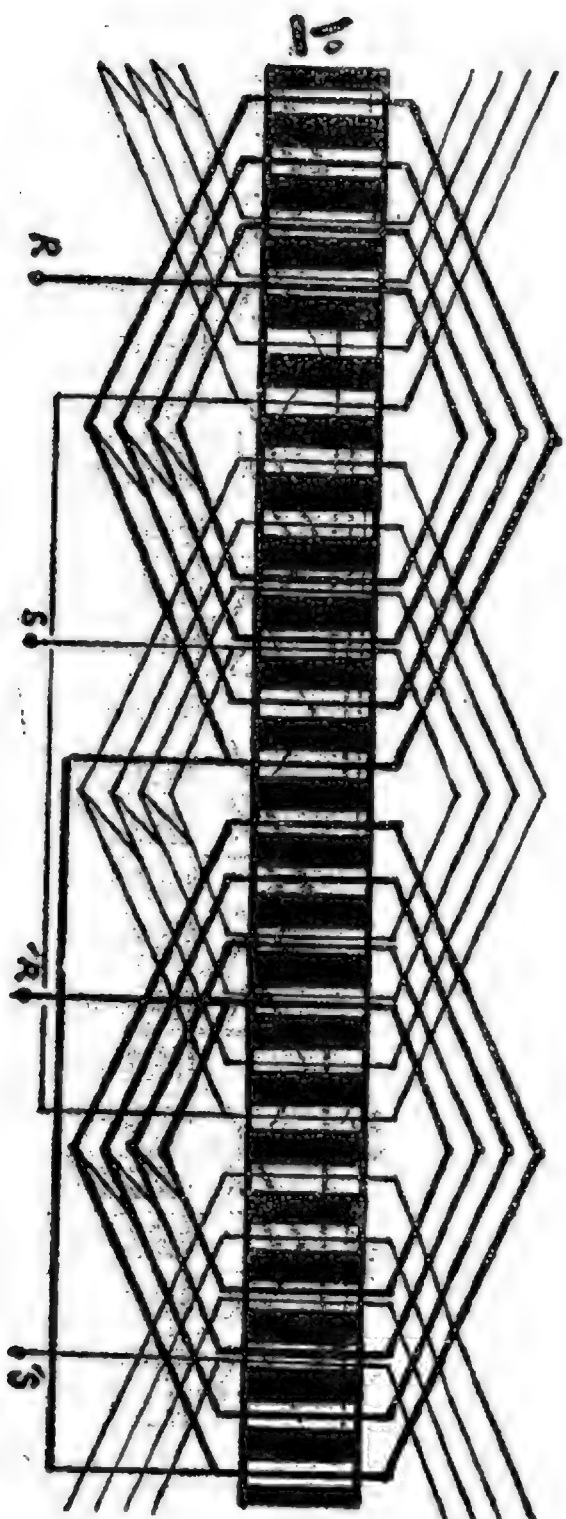
في هذا المحرك تم تعديل خطوة التشغيل من (٣ — ١)
الى (٤ — ١) مع ثبات خطوة التقويم (٤ — ١)
على أساس التقويم جانبيين في المجرى



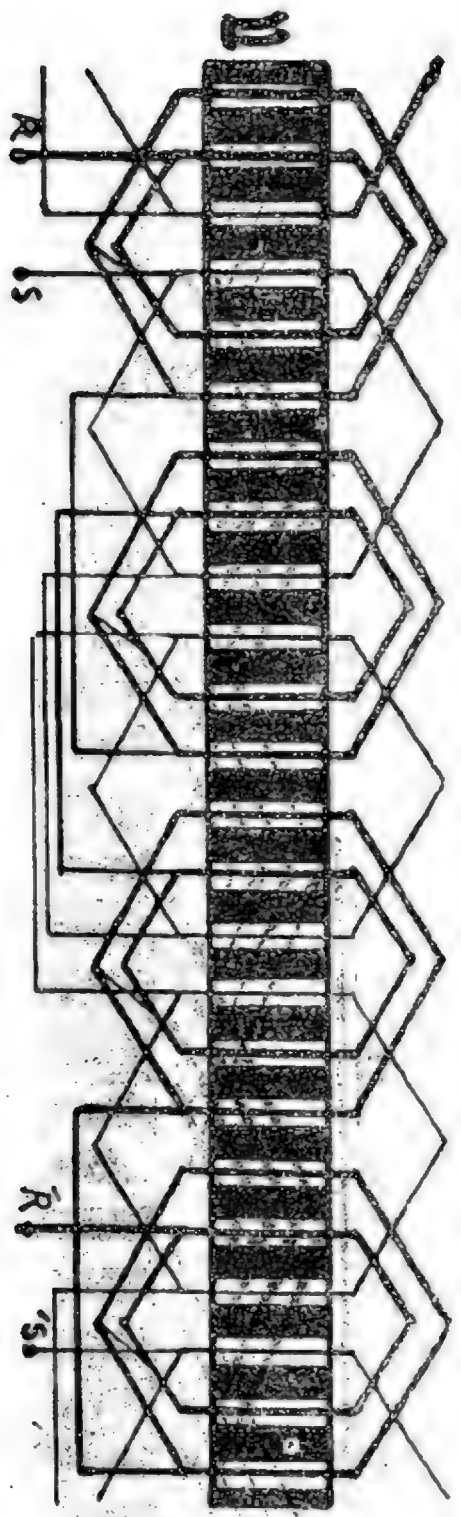
محرك وجه واحد ٢٤ مجرى ٢ مقلب حلقة لت (١ - ٦ - ٨ - ١٠ - ١٢) تشييل (١ - ١٠ - ١٢) تقويم
عدد مجارى مقلب التشييل ٨ مجرى عدد مجارى قلاب التقويم ٢ مجرى



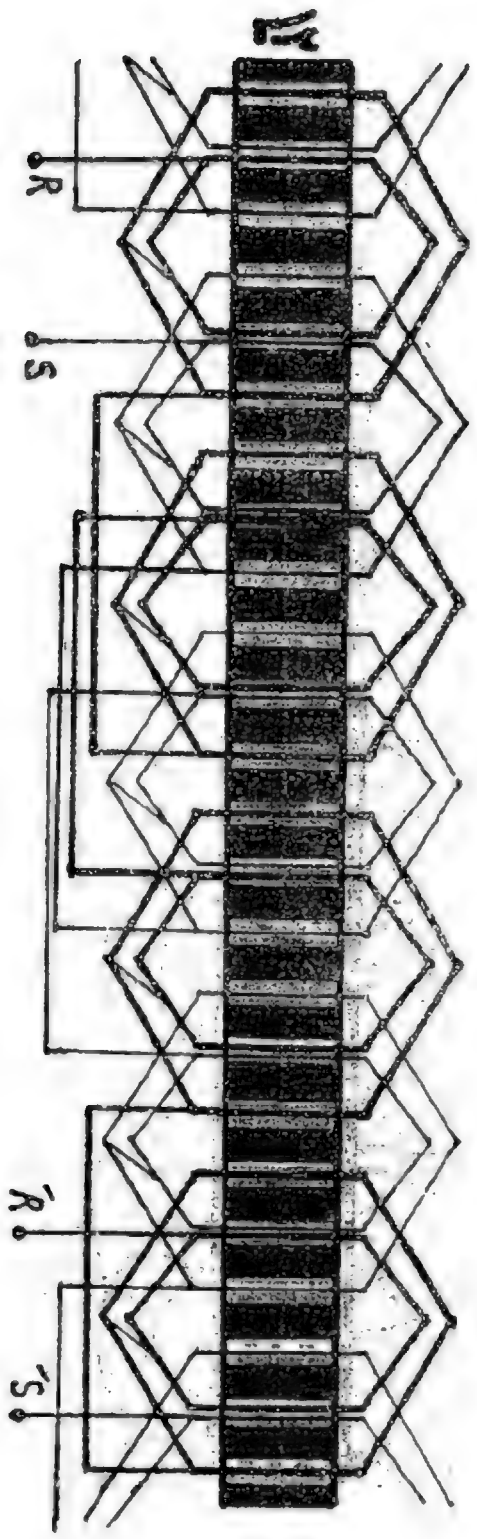
محرك وجه واحد ٢٤ مجرى ٢ قطب خطوط لف (١ - ٦ - ٨ - ١٠ - ١٢) لكل من التشغيل والتتويم مع الشرائط
التتويم في عدد ٢ مجرى مع التشغيل تحت كل قطب



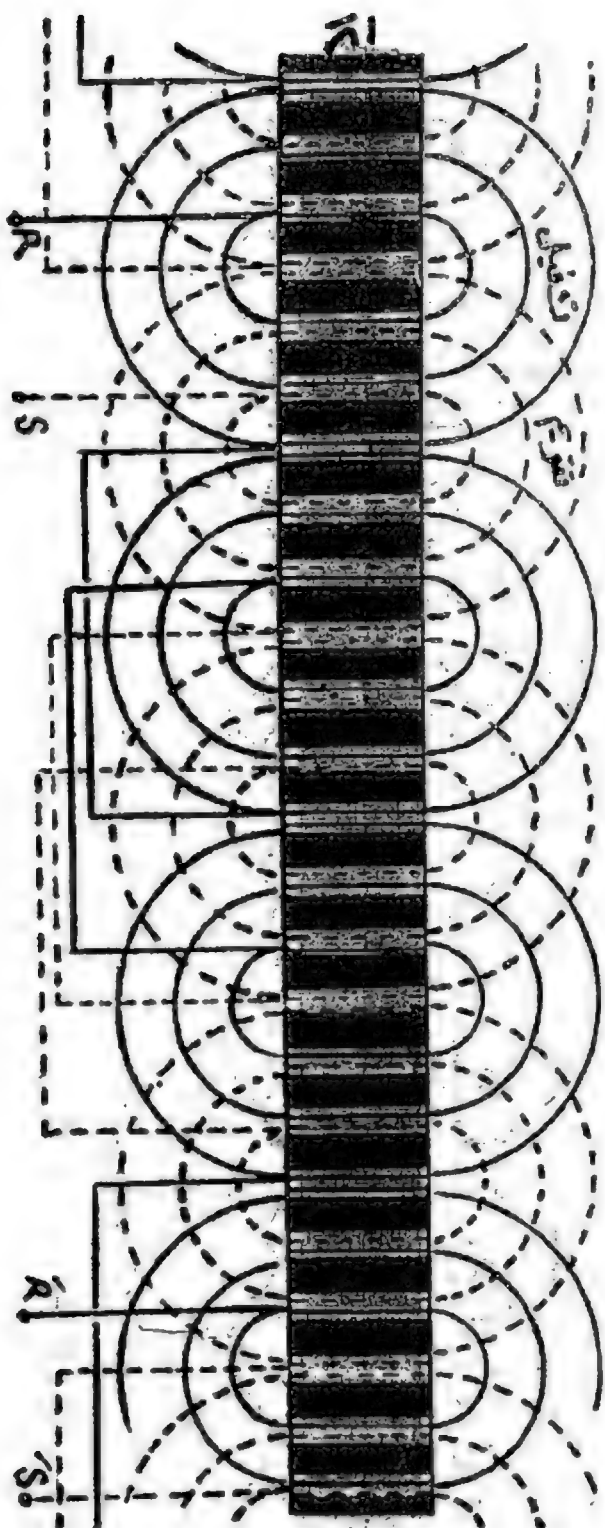
محرك وجه واحد ٢٤ مجرى ٤ تقليب خطوط منف (١ - ٤ - ٦) تشتمل (١ - ٦) تقليم
عدد مجارى تقليب المتشتمل ٤ مجرى عدد مجارى تقليب التقويم ٢ مجرى



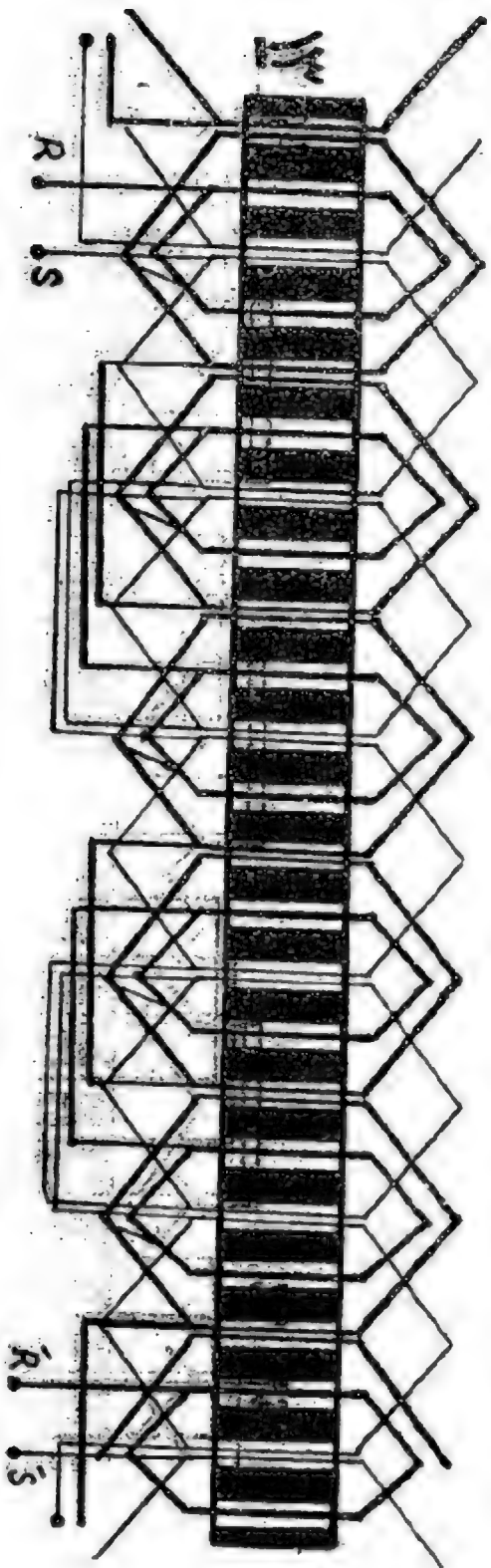
محرك وجه واحد ٢٤ مجرى { قطب خطية لك (١ - ٢ - ٣ - ٤) لكل من التشغيل والتقويم
 في هذا المحرك يشترك التقويم مع التشغيل في مجرى واحدة تحت كل قطب والقسيم على أساس التشغيل ثم والتقويم
 ثم مجرى المحرك ثم اضافة مجرى للتقويم مشتركة مع التشغيل



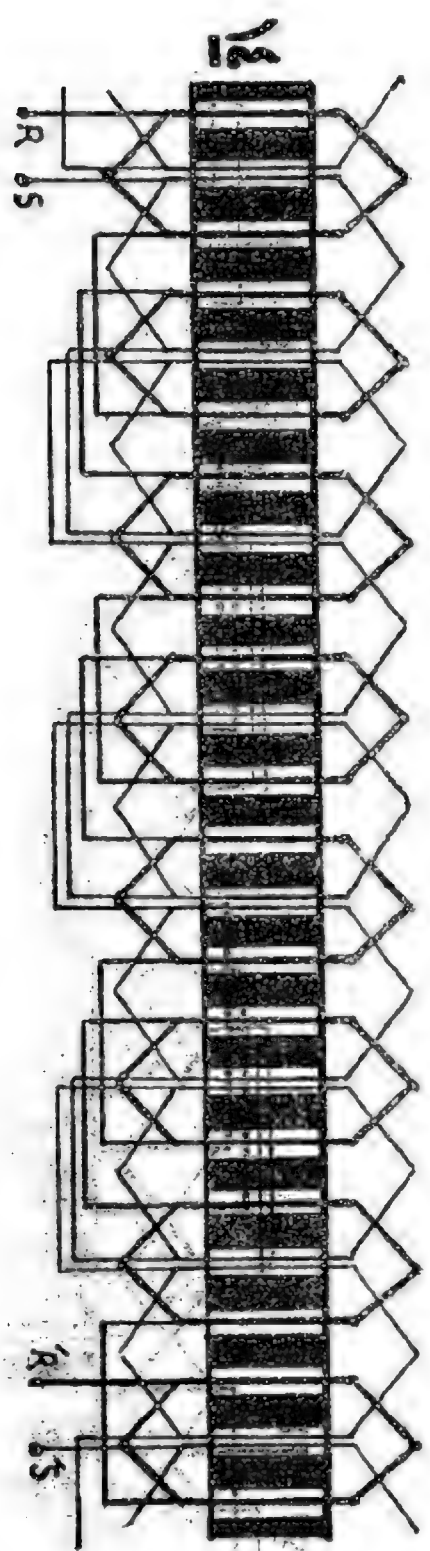
محرك وجه واحد ٢٤ مجرى ٤ اقطاب لم يراعى في هذا المحرك التشغيل
 ٣ والتتويم ١/٢ ولكن عدل قطب التشغيل من ٤ مجارى الى ٥ مجارى وقطب
 التتويم من ٢ مجرى الى مجرى واحدة مع تعويم التتويم باشرالك منغيرين
 مع ملفات التشغيل تحت كل قطب



محرك وجه واحد ٢٤ مجرى ٦ قطب خطرة التشغيل (٣ - ٥) والتتويم (١ - ٥)
 في هذا المحرك تم تفعيل عدد مجاري التشغيل من ١٦ مجرى الى ١٨ مجرى والتتويم من ٨ مجرى الى ٦ مجرى
 قطب التشغيل ٣ مجرى وقطب التتويم مجرى واحد ونوع الف جانب وجانبين في المجرى

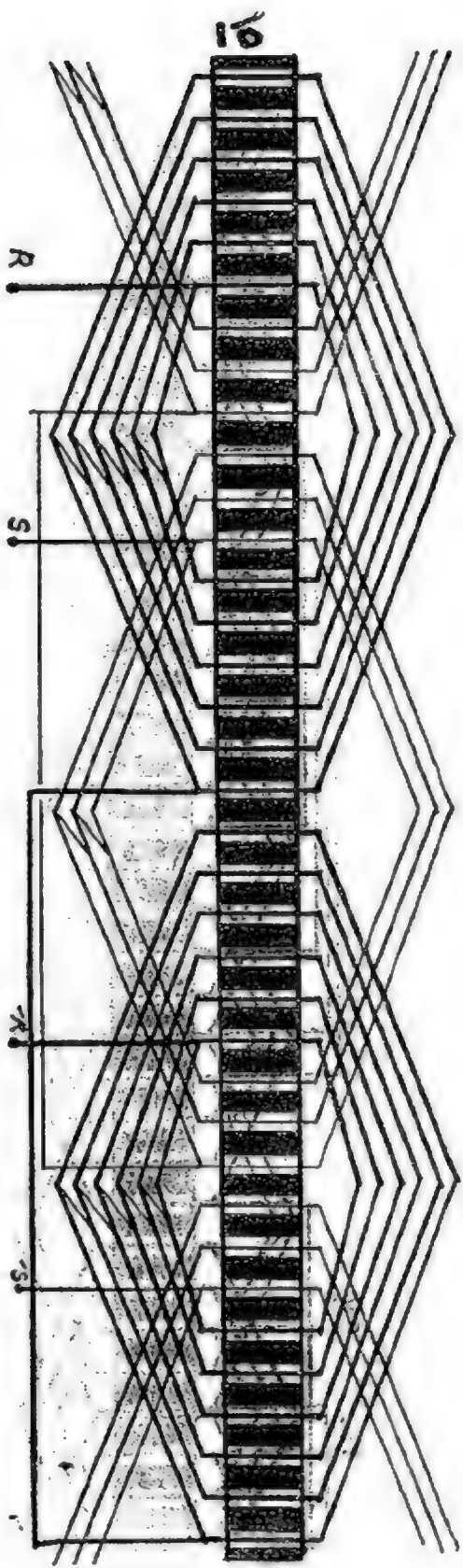


محرك وجه واحد ٢٤ مجرى ٨ قليب خطوة التشغيل
(١ - ٣) خطوة التقويم (١ - ٤) جانبين في المجرى



محرك وجه واحد ٣٦ مجرى ٢ قطب خطوة لك (١ - ٨ - ١٠ - ١٢ - ١٤ - ١٦ - ١٨)
تشغيل (١ - ١٤ - ١٦ - ١٨) تقويم

عدد مجارى قطب بالتقويم ٦ مجرى عدد مجارى قطب التشغيل ١٢ مجرى



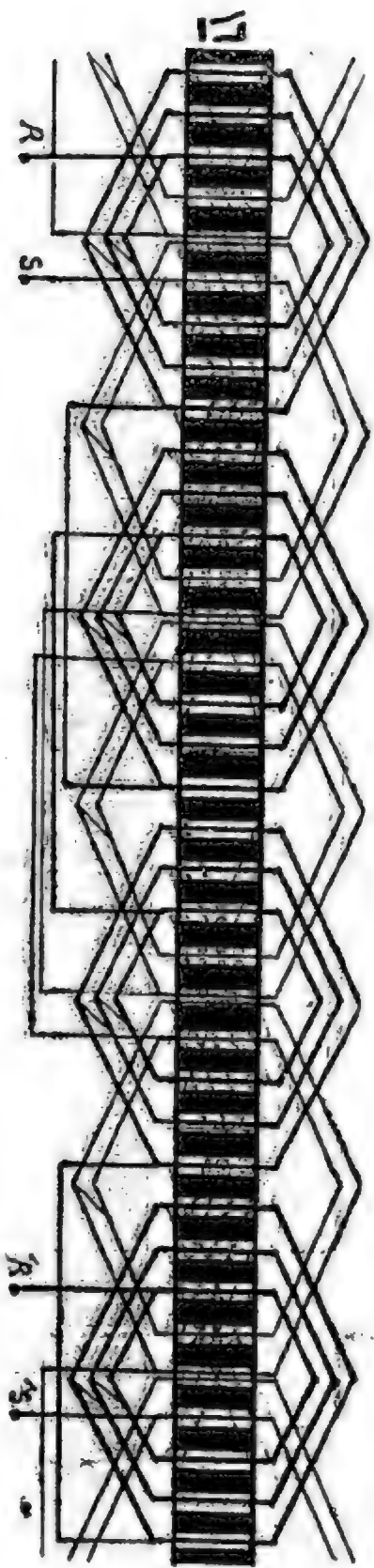
التقسيم

عدد مجارى التقويم = $36 \times \frac{1}{2} = 18$ مجرى عدد مجارى التشغيل = $36 \times \frac{2}{3} = 24$ مجرى
عدد مجارى قطب التقويم = $18 \div 2 = 9$ مجرى عدد مجارى قطب التشغيل = $24 \div 2 = 12$ مجرى
خطوة الملف الاصغر للتشغيل = عدد مجارى قطب التقويم + ٢

محرك وجه واحد ٣٦ مجرى ٤ قطب خطوة لف (١ - ٥ - ٧ - ٩) تشغيل (١ - ٨ - ١٠) تقويم على أساس الملف
الكبير تقويم أنصاف والصغير كامل

عدد مجارى قطب التقويم ٣ مجرى

عدد مجارى قطب التشغيل ٦ مجرى



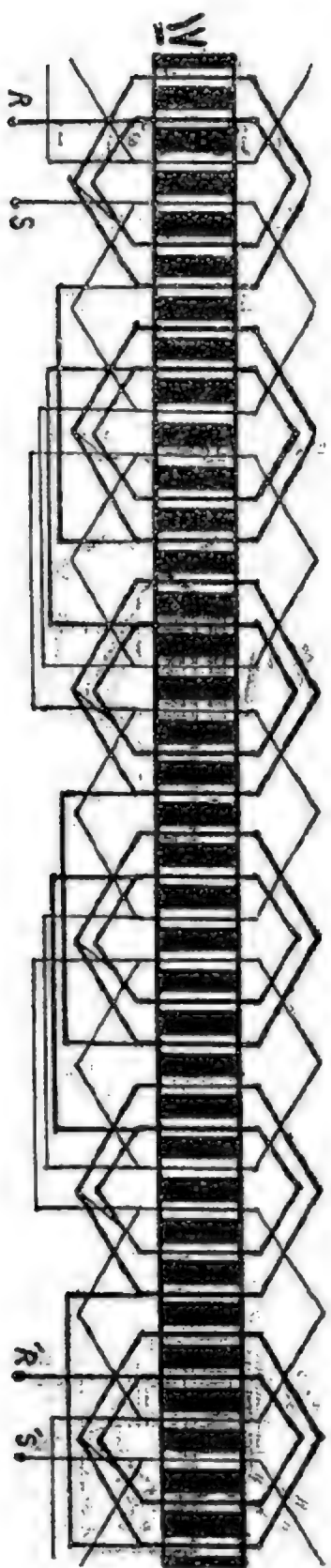
التقسيم بطريقة القطب الكامل

عدد مجارى القطب الكامل = $36 \div 4 = 9$ مجرى
عدد مجارى قطب التقويم = $9 \times \frac{1}{3} = 3$ مجرى \therefore عدد مجارى قطب التشغيل = $9 \times \frac{2}{3} = 6$

محرك وجه واحد ٣٦ مجرى ٦ قطب خطوة اثنين (١ - ٦ - ١) تشغيل (١ - ٦) تقويم

عدد مجارى قطب التتويم ٢ مجرى

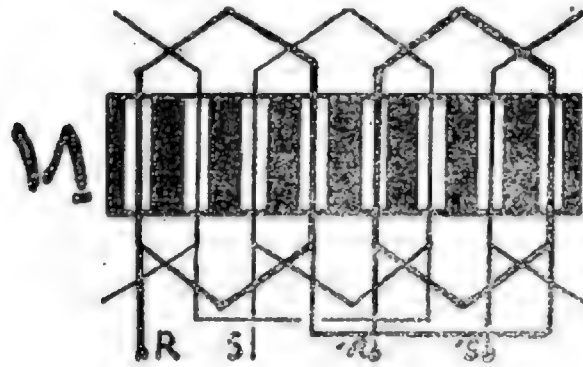
عدد مجارى قطب التشغيل ٤ مجرى



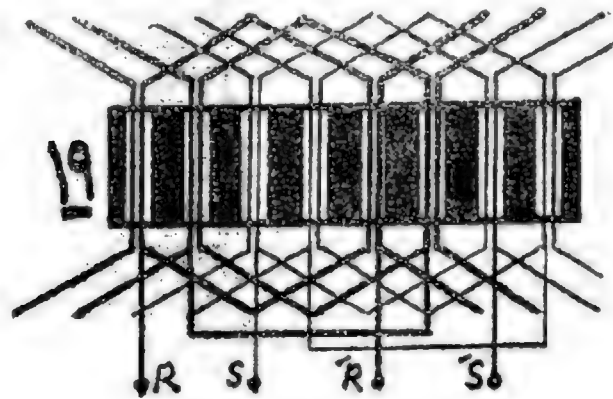
انفرادات لف محركات الوجه الواحد

الغير مزودة بمفتاح طرد مركزي

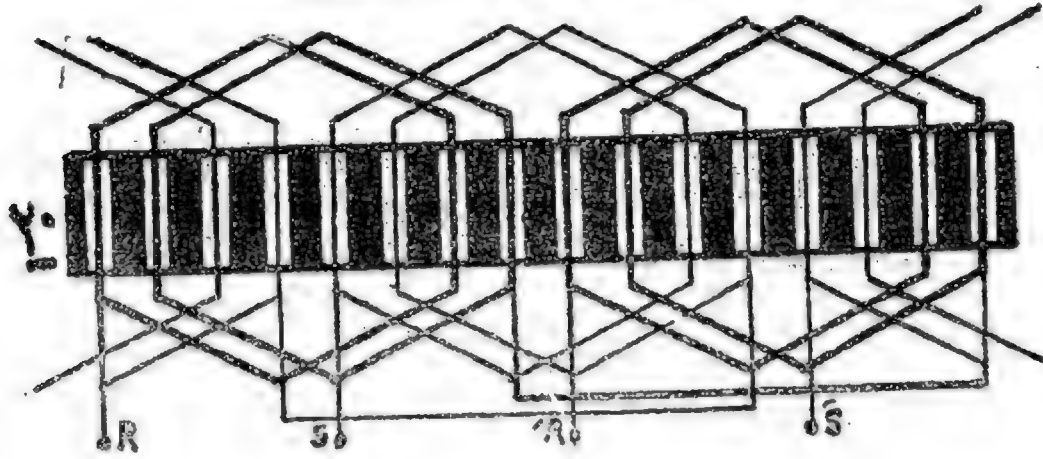
- هذا النوع من المحركات لابد تزويده بمكثف مناسب .
- محرك وجه واحد ٨ مجرى ٢ قطب خطوة لف (١ — ٤) تشغيل وتنويم ثابتة جناحين .
- عدد مجارى قطب كل من التشغيل والتنويم ٢ مجرى .



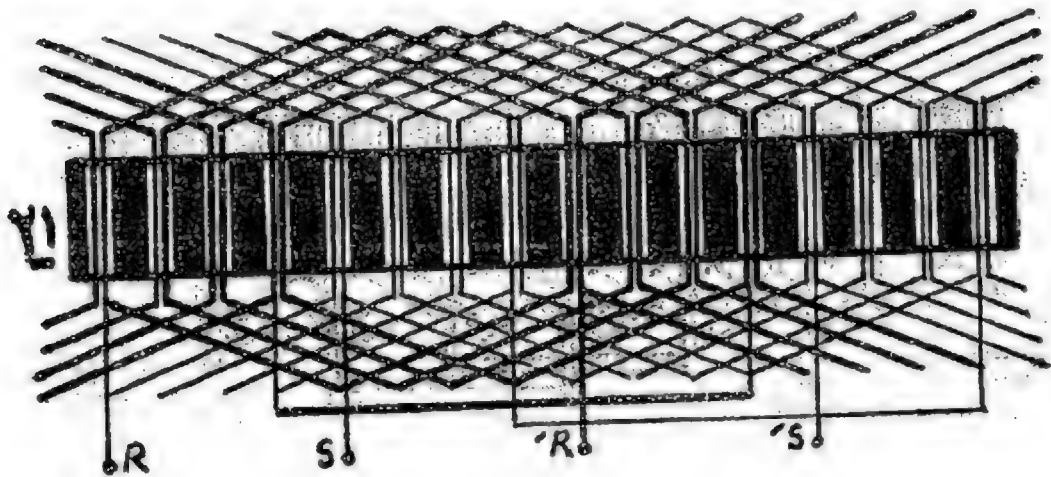
- محرك وجه واحد ٨ مجرى ٢ قطب خطوة لف (١ — ٥) تشغيل وتنويم ثابتة جانبيين في المجرى .



محرك وجه واحد ١٦ مجرى ٢ قطب خطوة التشغيل (٧ - ١)
خطوة التقويم (٧ - ١) ثابتة جانب واحد جناحين .

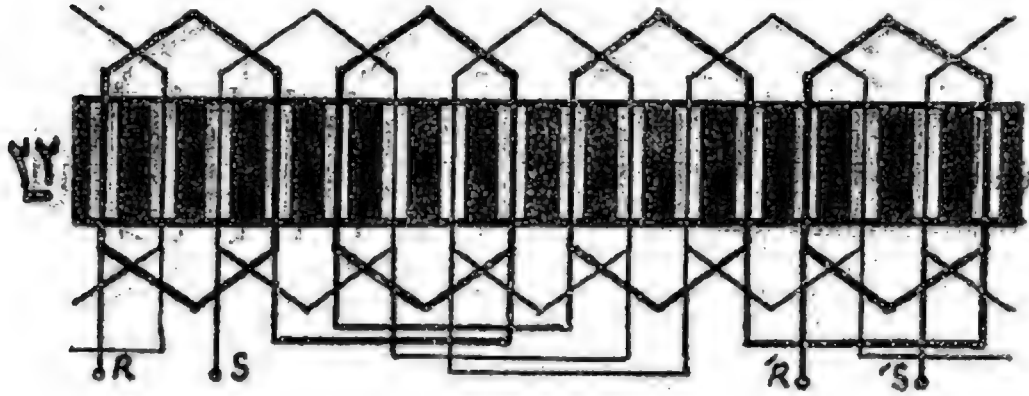


محرك وجه واحد ١٦ مجرى ٢ قطب خطوة لف التشغيل والتقويم
(٩ - ١) ثابتة جانبيين في المجرى .

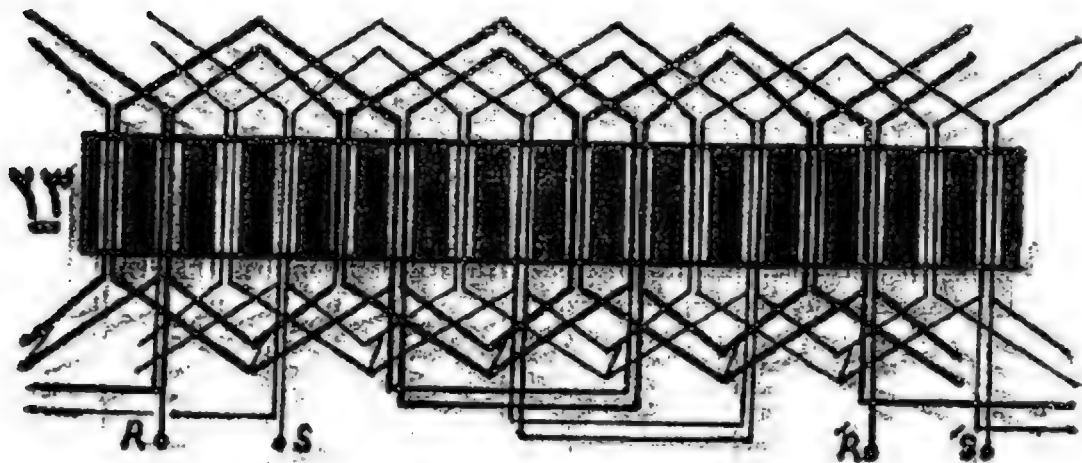


عدد مجارى التشغيل أو التقويم $8 = 2 \div 16$ مجرى
عدد مجارى قطب التشغيل أو التقويم $4 = 2 \div 8$ مجرى

محرك وجه واحد ١٦ مجرى { قطب خطوة التشغيل والتقويم
(١ — ٤) ثابتة جانب واحد جناحين .



محرك وجه واحد ١٦ مجرى { قطب خطوة التشغيل والتقويم
(١ — ٤ — ٦) متداخلة جانبين في المجرى .



عدد مجارى التشغيل أو التقويم $8 = 16 \div 2$ مجرى

عدد مجارى قطب التشغيل أو التقويم $2 = 8 \div 4$ مجرى

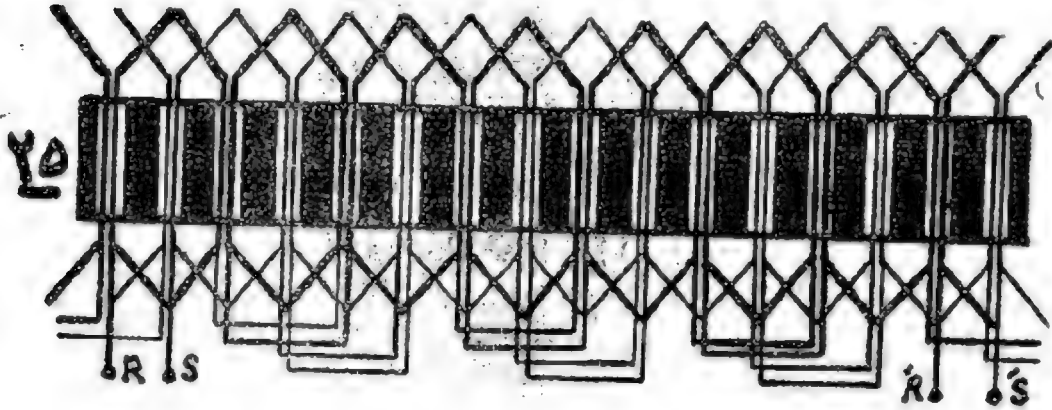
خطوة الملف الأصغر = عدد مجارى القطب $2 + 2 = 4$

محرك وجه واحد ١٦ مجرى ٨ قطب خطوة لف التثـفيل والتتويم

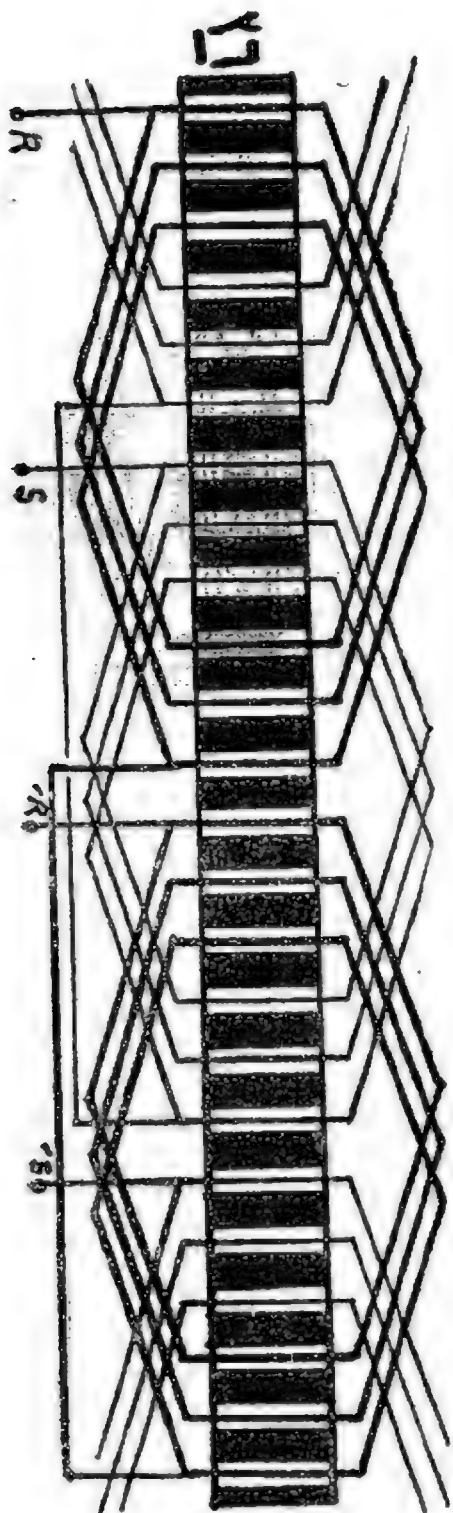
(١ - ٣) ثابتة جانبيين في المجرى .

لاحظ أن توصيل الملفات في هذا الرسم عادى نهاية مع نهاية وبداية

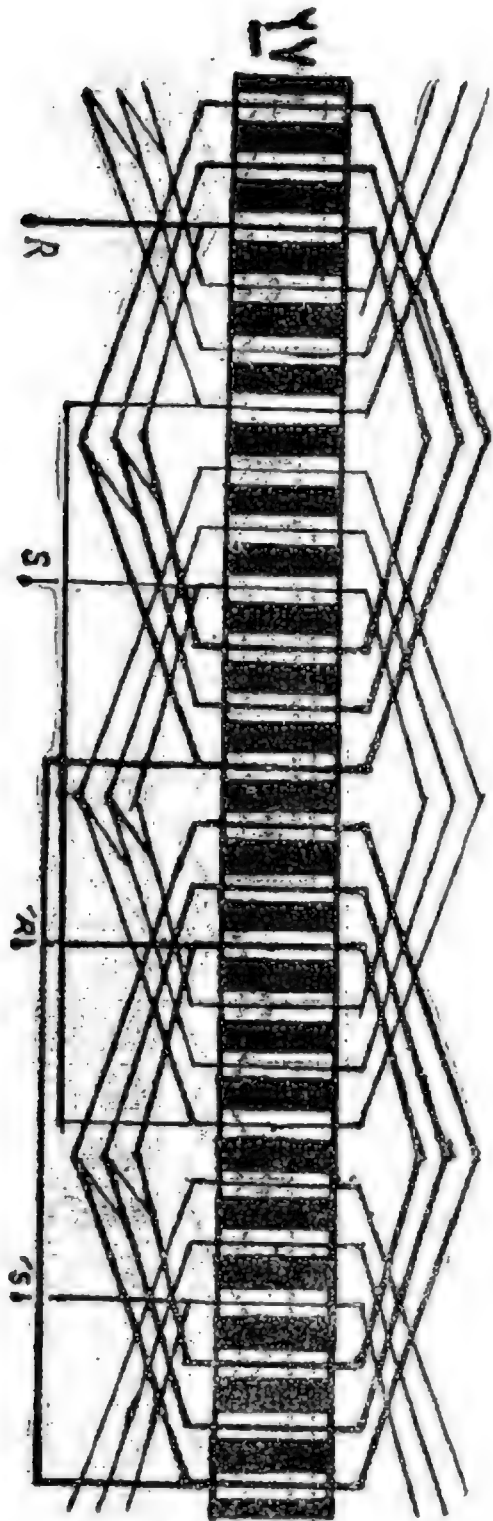
مع بداية .



محرك وجه واحد ٢٤ مجرى ٢ قطب خطوط التشغيل والتكوين (١٠ - ١) ثابتة جانب واحد جناحين
عدد مجرى كل من التشغيل والتكوين ٦ مجرى القطب

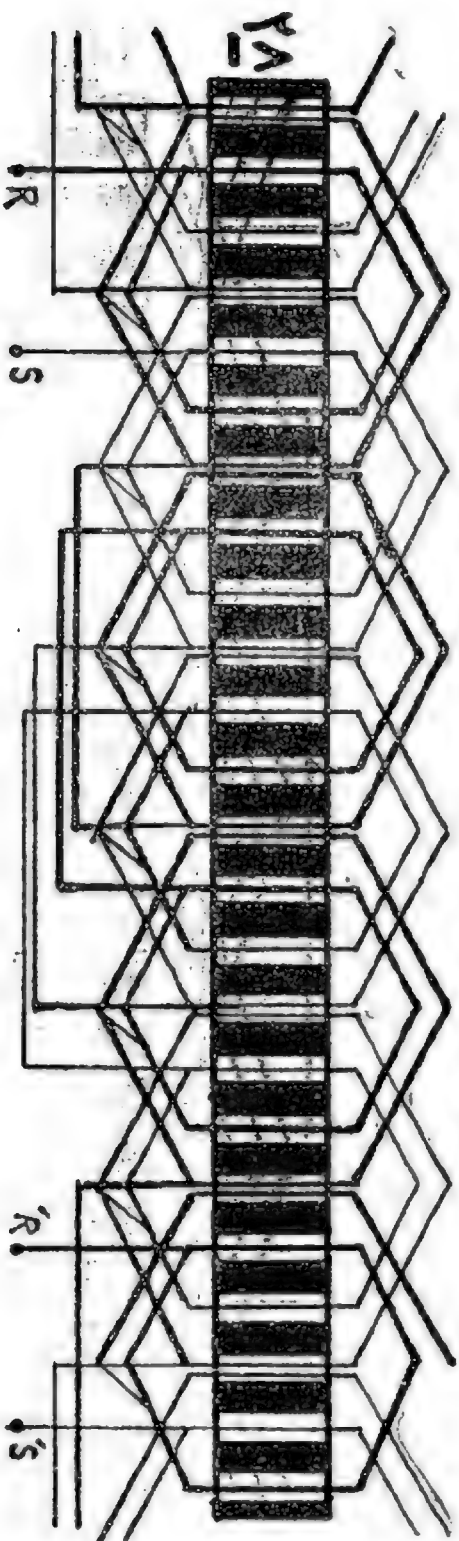


محرك وجه واحد ٢٦ مجرى ٢ قطب خطوة كف (١ - ٨ - ١٠ - ١٢) تشغيل وتقويم هتداظلة جانب واحد في
المجري ذات الجناسحين



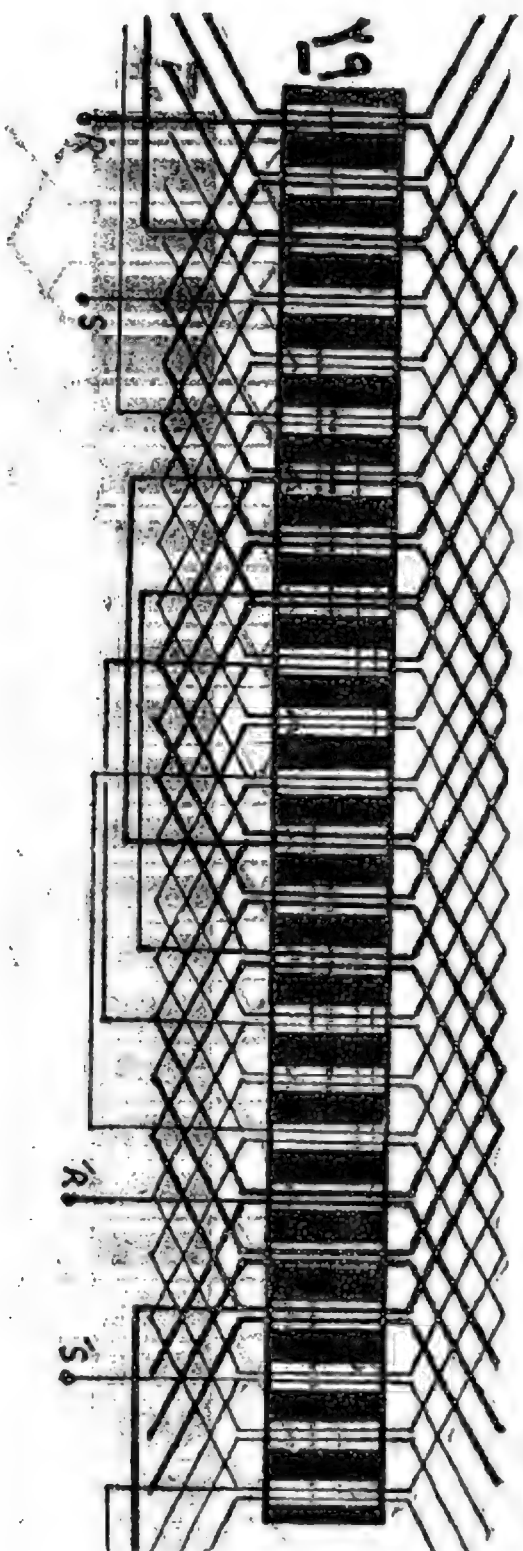
محرك وجه واحد ٢٤ مجرى ٤ قنطري: خطوة لف (١ مد ٥ - ٧) تشغيل وتقويم ممتد اخذت ذات الجناحين على اساس الملف الاصغر كامل جانب واحد والملف الاكبر نصف جانبيين في المجرى

عدد مجارى قطب كل من التشغيل والتقويم ٣ مجرى



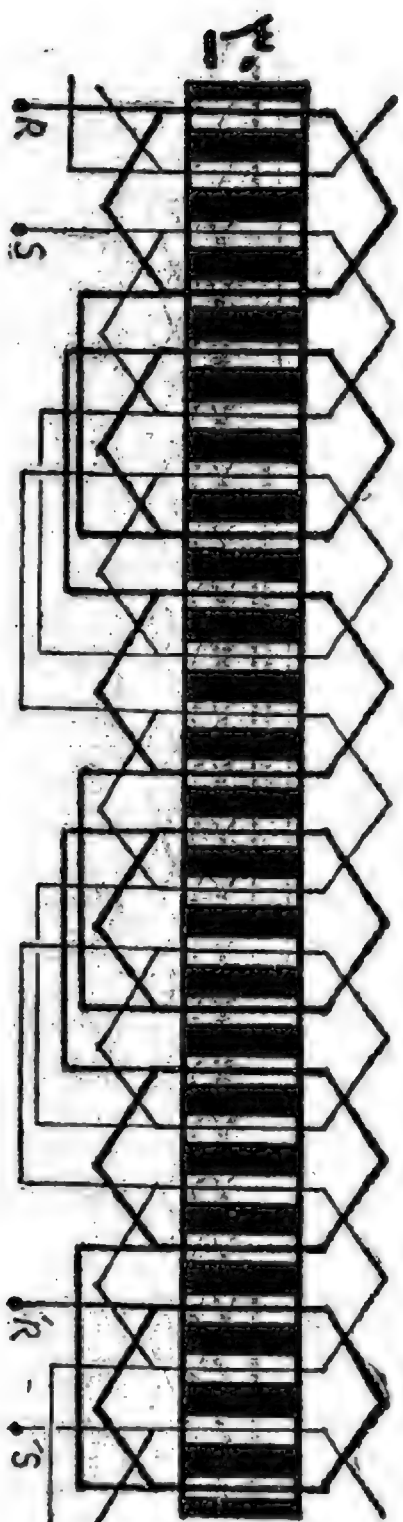
محرك وجه واحد ٢٤ مجرى ٤ قطب خطوط لف (١ - ٧) تشغيل وتكوين
ثابتة جانبيين في المجرى

عدد مجارى قطب كل من التشغيل والتكوين ٣ مجرى

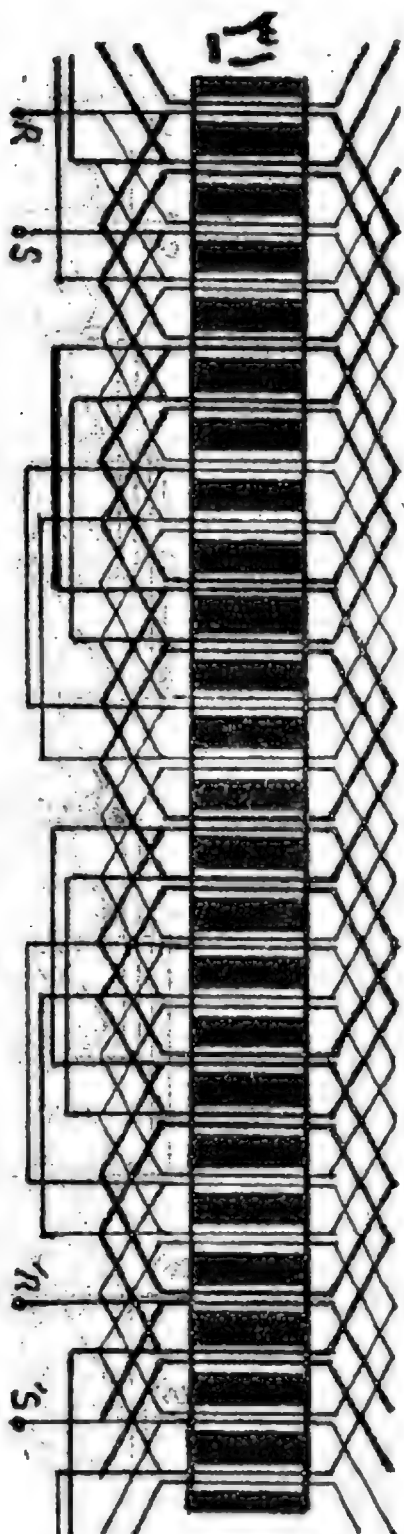


محرك وجه واحد ٢٤ مجرى ٦ ثواب خطوط لف (١ - ٤) تشفير وتشفير
ثابتة جانب واحد في المجرى ذات الجناحين

عدد مجرى قطب كل من التشفير والتشفير ٢ مجرى



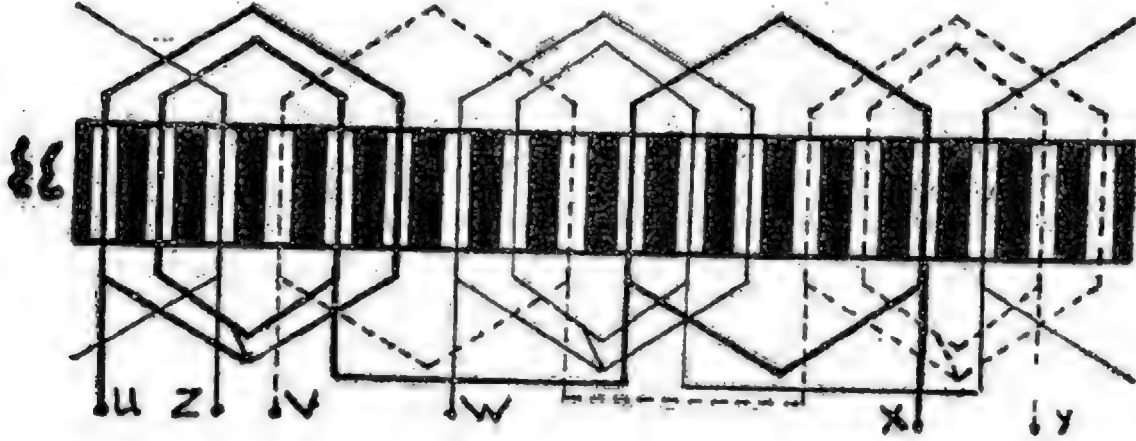
محرك وجه واحد ٢٤ مجرى ٦ تغلب خطوة لف (١ - ٥) تشغيل وتنويم
ثابتة جانبين في الجرى



محرك شاذ له أكثر من طريقة

محرك ثلاثة أوجه ١٨ مجرى خطوة لف على أساس
ملفين (٦ - ٤) وملف (٦ - ١) متداخلة جانب واحد

هذه الطريقة تستعمل عندما يكون عدد مجارى الوجه تحت القطب
رقم صحيح والكسر نصف أما إذا كان $\frac{1}{2}$ أو $\frac{3}{4}$ مثلاً يستعمل الجدول .

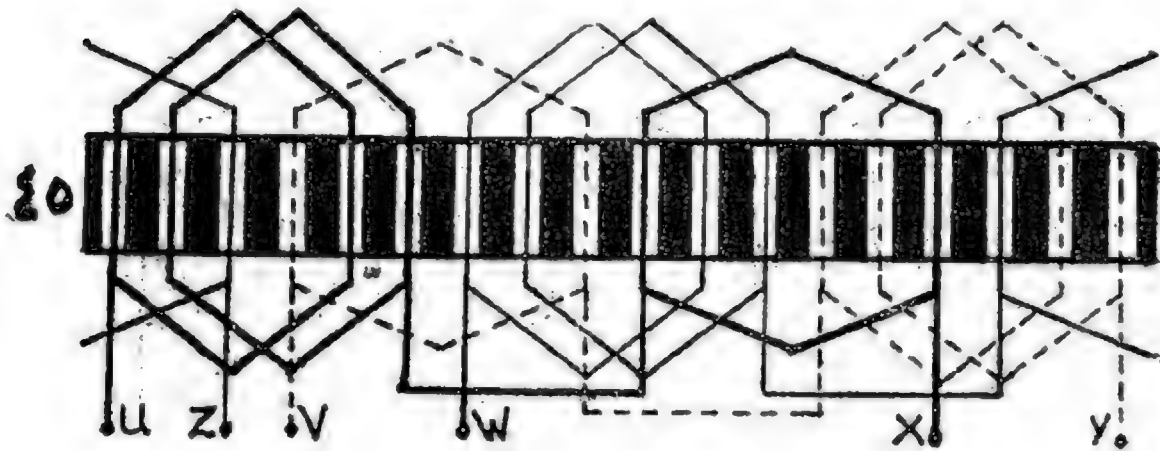


طريقة ثانية

محرك ثلاثة أوجه ١٨ مجرى ٤ قطب خطوة لف على أساس

ملفين (٥ - ١) وملف (٦ - ١) ثابتة جانب واحد

هذه طريقة أخرى للـ محرك استعملنا فيها الخطوة الثابتة بدلا من
المتداخلة .

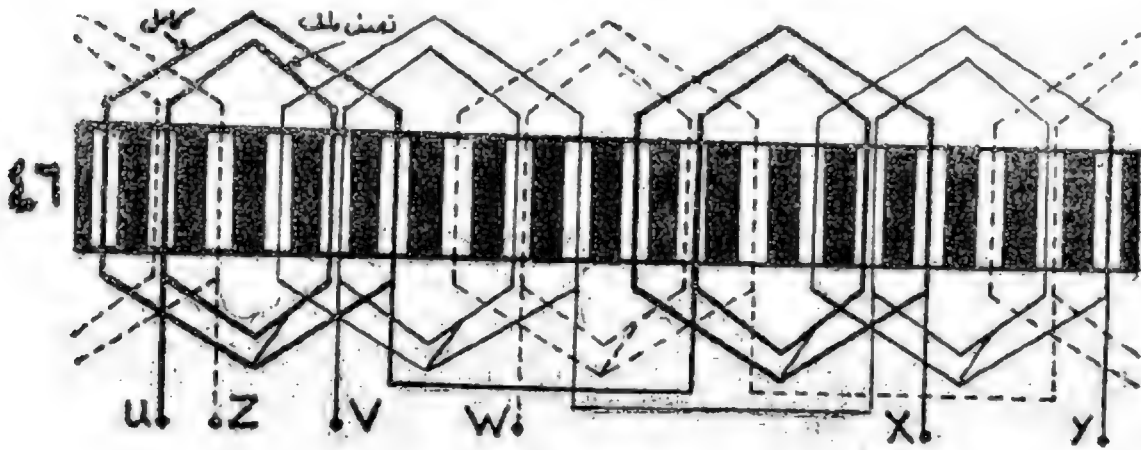


طريقة ثالثة

محرك ثلاثة اوجه ١٨ مجرى { قطب خطوة لف (٤ - ٦)
متداخلة جانب وجانبين في المجارى

استعملنا في هذه الطريقة الخطوة المتداخلة ولكن بنوعية اخرى بحيث
تكون المجموعتين لكل وجه عبارة عن ملفين وليس ملفين وملف كما سبق
وتنفيذ هذه الطريقة يكون على اساس الملف الاصغر نصف ملف والملف الاكبر
ملف كامل من حيث عدد اللغات امر الذى يترتب عليه تواجد جانب ملف في
مجرى وجانبين في مجرى .

استعمل في لف المحرك سلك ٢٥ . مم لفات الملف جانب واحد ٢٥٠ لفة
{ قطب مع مراعاة حالة الملف النصف في هذه الطريقة من حيث عدد لفاته .



طريقة رابعة

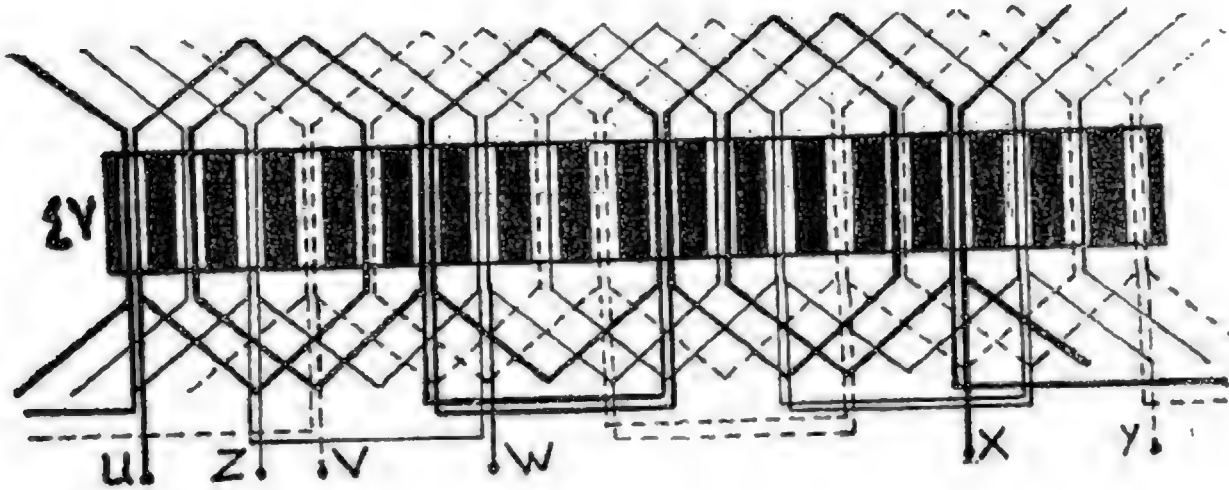
محرك ثلاثة أوجه ١٨ مجرى ٤ قطب خطوة لف (١ - ٥)

ثابتة جانبيين في المجرى

في هذه الطريقة استعملنا الخطوة الثابتة ولكن اسقاط الملفات على أساس استعمال الجدول مع مراعاة ترتيب أوجه (الأول - آخر الثالث - أول الثاني) .

يعدل عدد ملفات الوجه تحت القطب من $1\frac{1}{2}$ مجرى الى ٢ مجرى ثم واحد مجرى وعلى هذا يكون الترتيب كالآتي :

ترتيب الاسقاط	٤	٣	٢	١	رقم المجموعة
اسقاط أول الأول ملفين ثم	١	٢	١	٢	الوجه الأول
اسقاط آخر الثالث ملف ثم اسقاط	١	٢	١	٢	الوجه الثالث
أول الثاني ملفين وهكذا يستمر	١	٢	١	٢	الوجه الثاني
الاسقاط حسب الجدول .					



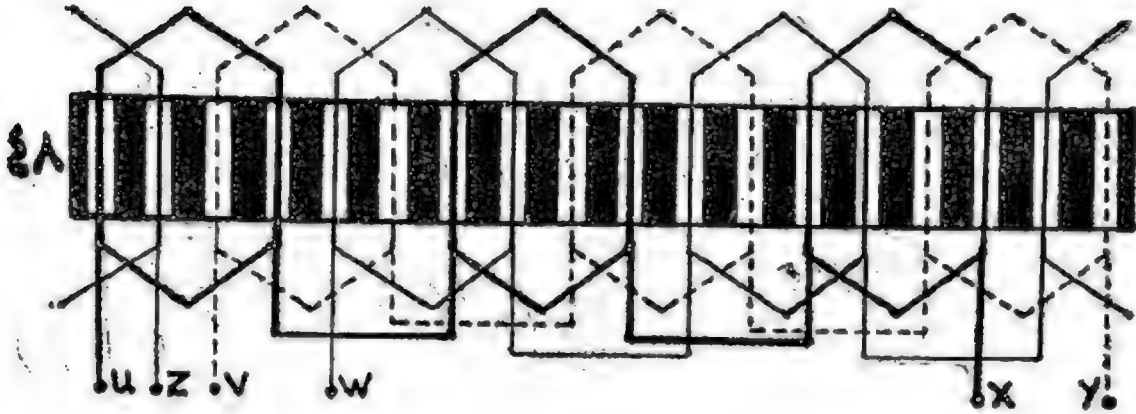
محرك ثلاثة أوجه ١٨ مجرى ٦ قطب خطوة لف (٤ - ١)
ثابتة جانب واحد

عدد مجارى القطب = $18 \div 6 = 3$ مجرى
عدد مجارى الوجه تحت القطب = $3 \div 3 = 1$ مجرى

في هذه الحالة عندما يكون عدد مجارى الوجه تحت القطب مجرى واحد لا يوجد اختيار لنوع الخطوة من حيث ثابته أو متداخله وعلى هذا يكون مقدار الخطوة هو عدد مجارى القطب $1 + 3 = 4$ ولكن يمكن أن تلف جانب أو جانبيين في المجرى .

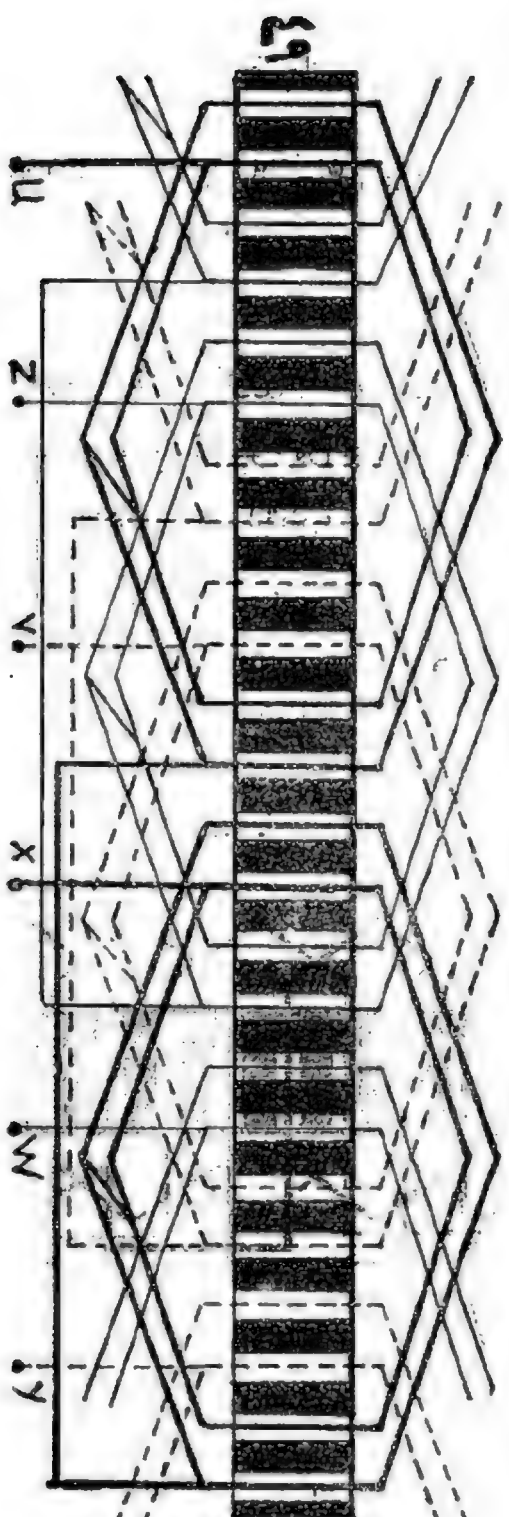
استعمل في لف المحرك سلك ٢٠ مم وأغاث الملف جانب واحد من

٣٥٠ لفة الى ٣٦٠ لفة ٦ قطب .

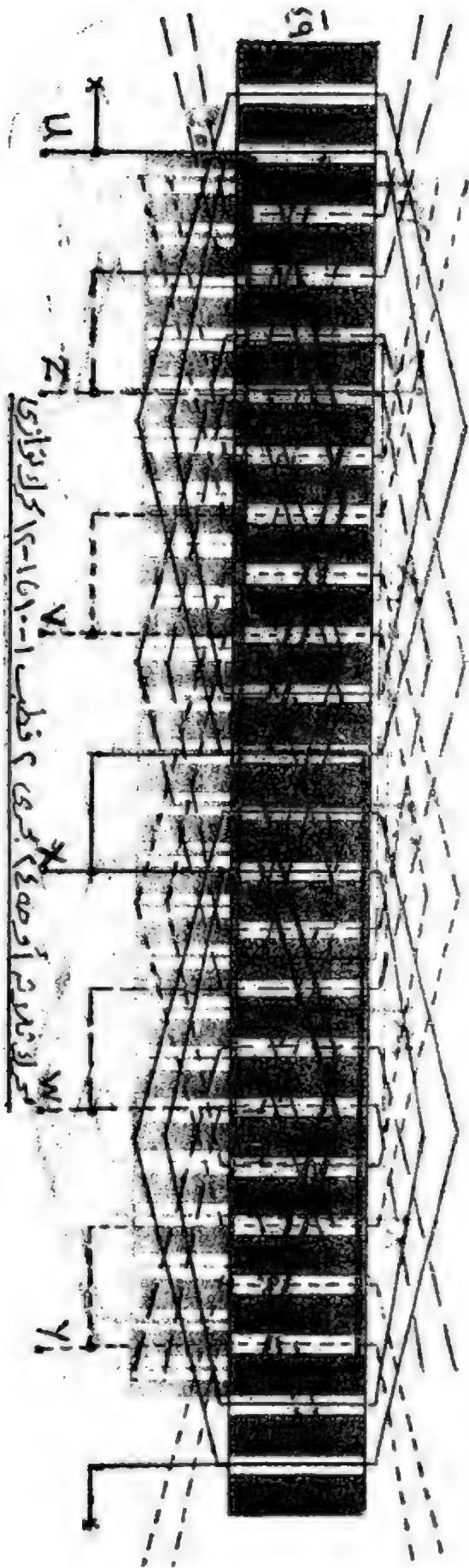


محرك ثلاثة أوجه ٢٤ مجرى ٢ تقطيب جوة ك (١٠ - ١٢) بمقوسط ١١ أى تقطبية - ١
متداخلة جانب واحد في المجرى جناحين

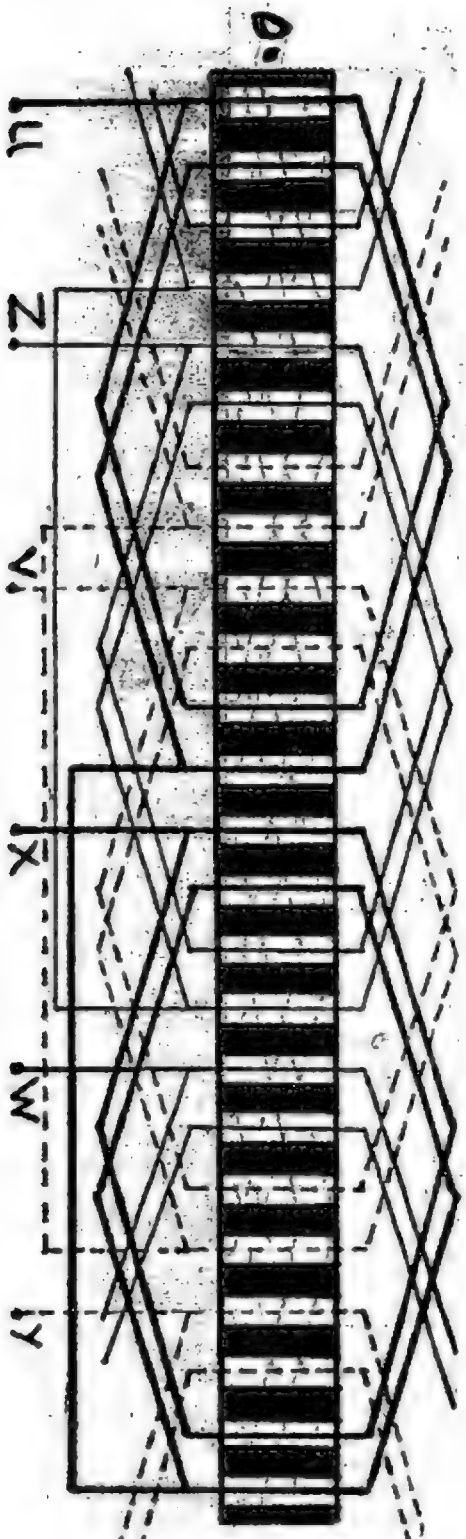
عدد مجارى التقطيب = ١٢ مجرى عدد مجارى الوجه تحت الصطب = ٤ مجرى
استقط ملينين ثم اترك مجريين ثم استقط واترك ملينين وهكذا حتى يتم استقط جميع الملينات للوجه الثلاثة



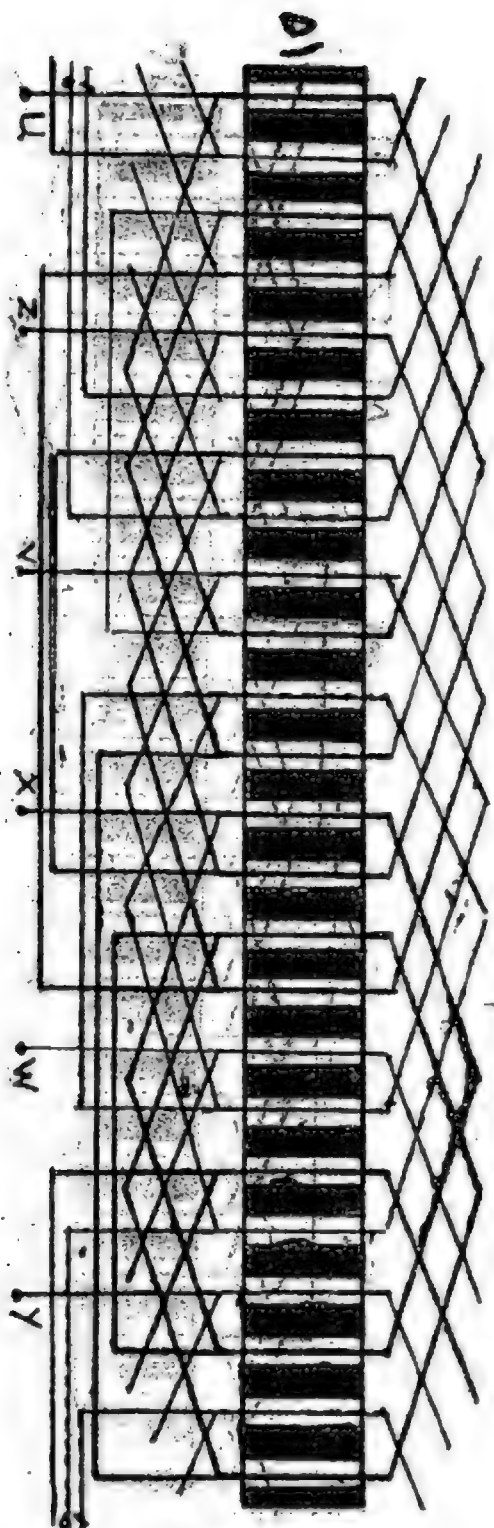
محرك ثلاثة أوجه ٢٤ مجرى ٢ تقليب خلاصة (١ - ١٠٤١ - ١٢) متداخلة جانب واحد ولكن مجموعات كل وجه متصلة توازي نهاية المجموعة الأولى مع بداية الثانية ويخرج طرف يعتبر نهاية الوجه ثم توصل نهاية المجموعة الثانية مع بداية المجموعة الأولى وتخرج طرف يعتبر بداية الوجه وهذا المركب يوصل نجمة .



محرك ثلاثة أوجه ٢٢ مجرى ٢ قطب خطوة ألف (١ - ١١) ثابته جانب واحد ذات جـ ادين
عدد مجارى القطب = ١٢ مجرى عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٤ مجرى
خطوة ألف = عدد مجارى القطب - ١ = ١٢ - ١ = ١١ (قطبية - ١) .

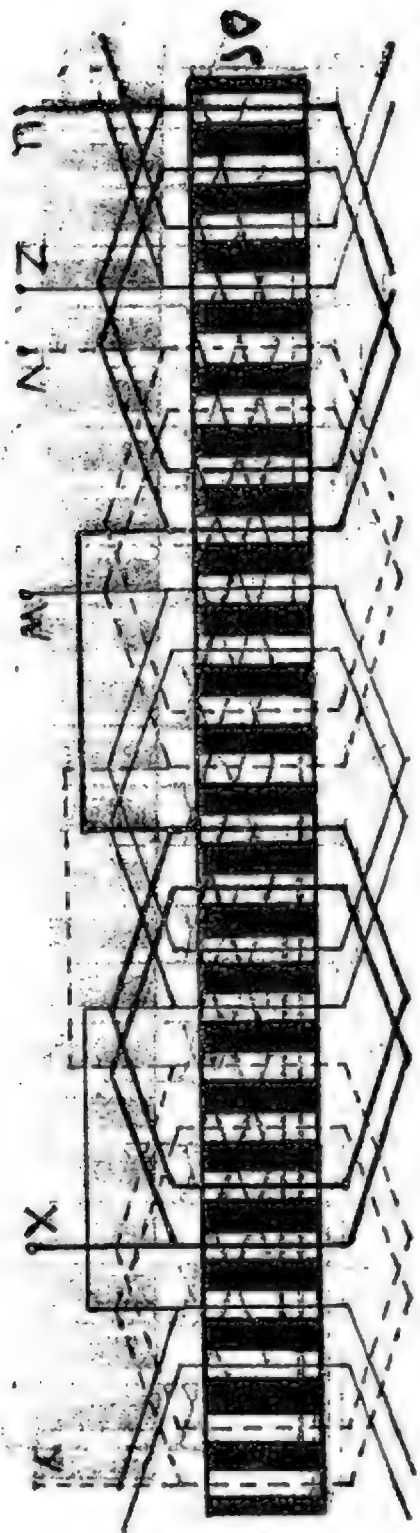


محرك ثلاثة أوجه ٢٤ مجرى ٢ قطب خطوة لف (١ - ١٠) ثابتة جانب واحد جناحين بطريقة أخرى
عدد مجارى القطب ١٢ = مجرى الخطوة ١٢ = ٢ - ١٠ (قطبية - ٢) .
في هذه الطريقة استقاط مجموعة ملفات الوجه عسلى أساس ملف وترك مجرى ثم استقاط ملف وهكذا فى الأوجه
الثلاثة .

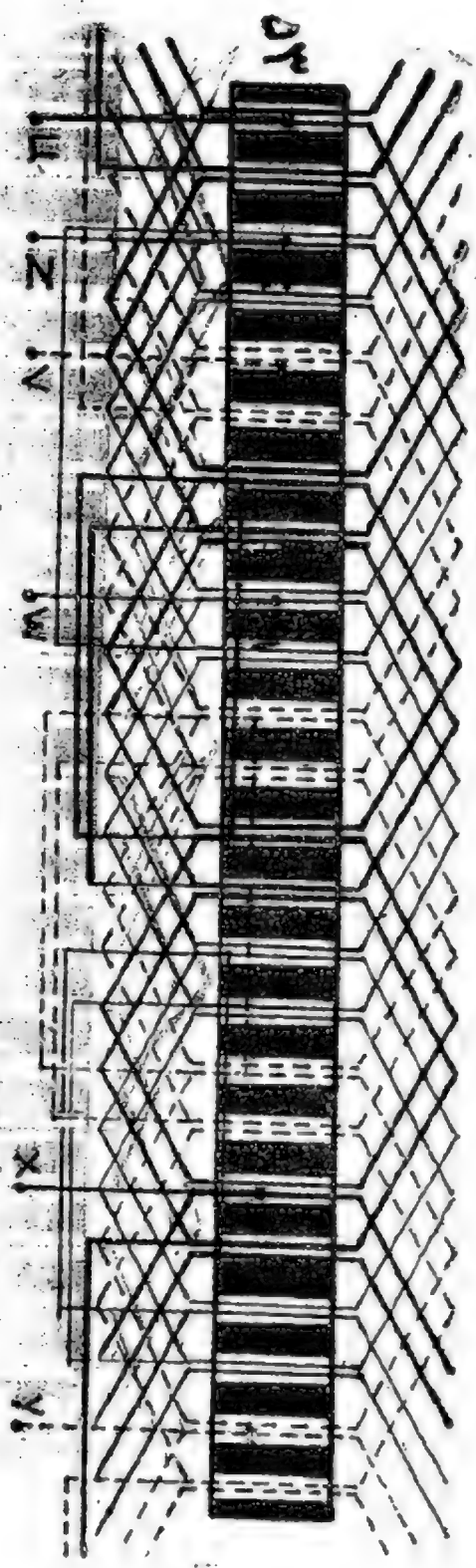


محرك ثلاثة أوجه ٢٤ مجرى ٤ قطب خطوة لف (١ - ٧) ثابته جانب واحد

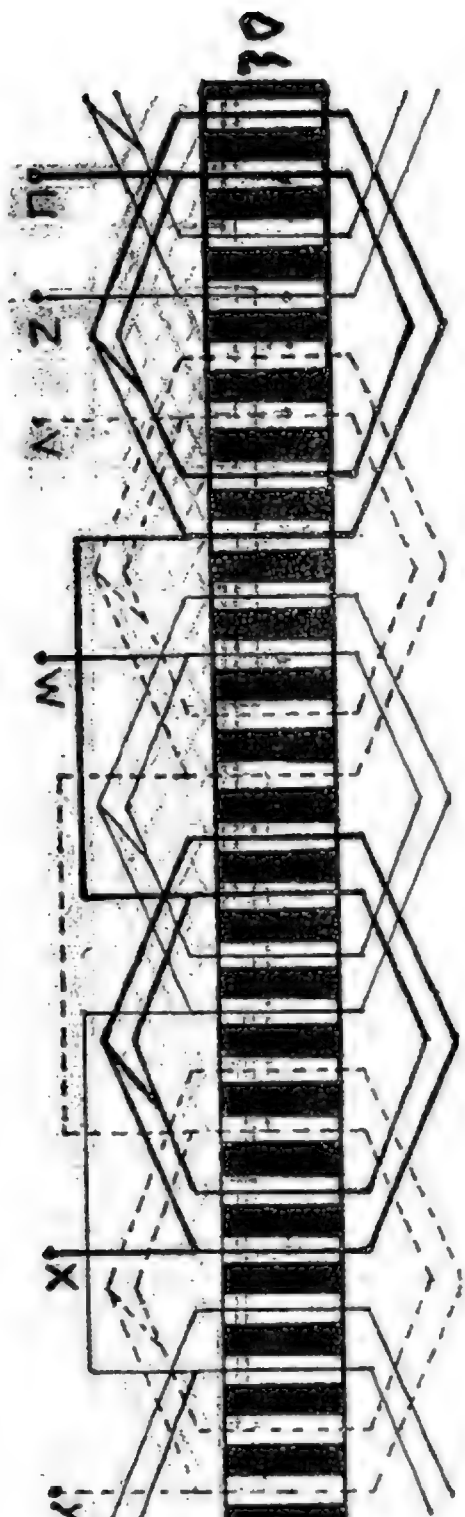
$$\text{عدد مجرى القطب} = ٢٤ \div ٤ = ٦ \quad \text{خطوة اللب} = ٦ \div ١ = ٧$$



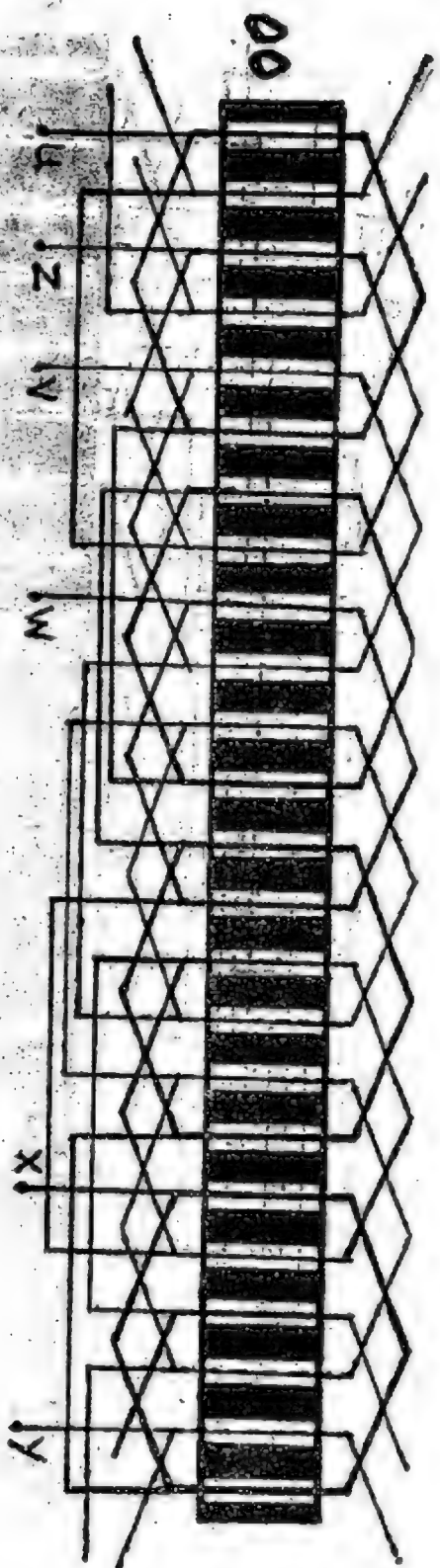
محرك ثلاثة اوجه ٢٤ مجرى ٤ قطب خط ولف (٧ - ١) ثابتة جانبين في الجري



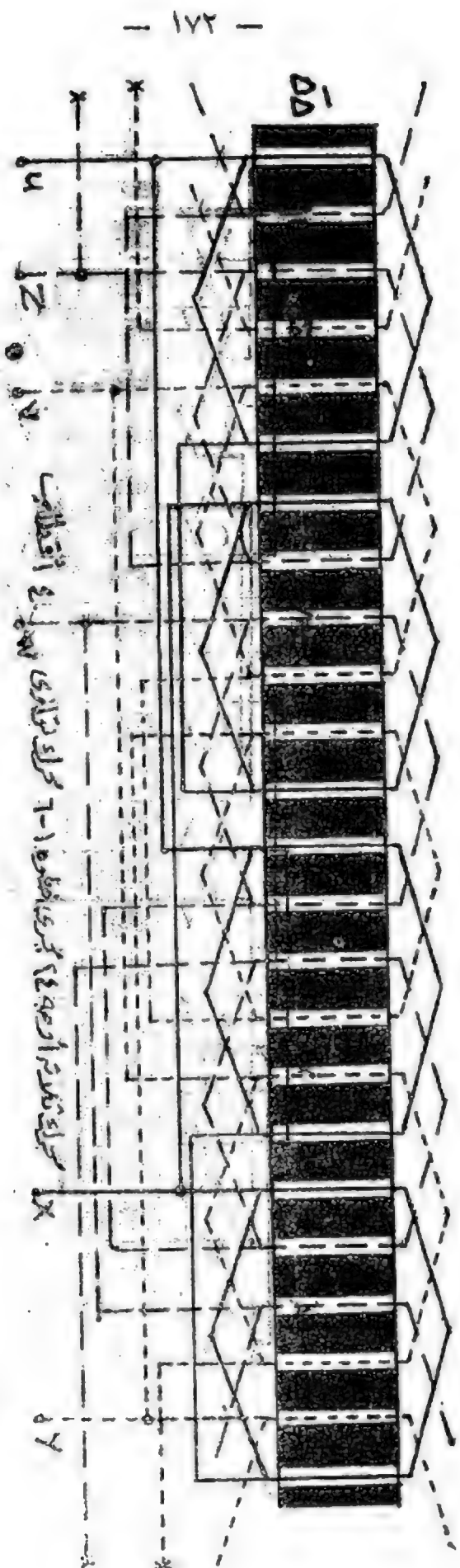
محرك ثلاثة أوجه ٢٤ مجرى { تغليب خطوة لف (٨ - ٦) متداخلة جانب واحد
عدد مجرى التغليب = ٢٤ ÷ ٦ = ٤ عدد مجرى الوجه تحت التغليب = ٦ ÷ ٢ = ٣ مجرى
خطوة الملف الأصغر = (عدد مجرى الوجه تحت التغليب ٢ × ٢) = ٢ + ٢ = ٤



محرك ثلاثة أوجه ٢٤ مجرى ٤ تغلب إف (١ - ٦) ثابتة جانب واحد ذات الجانبين



محرك ثلاثة أوجه ٢٤ وجري ٤ تغلب جانب واحد ترازى خطوه ثابتة ١ - ٢ توصيل نهاية المجموعة الأولى مع نهاية الثانية وتوصيل نهاية الثالثة مع نهاية الرابعة ثم توصيل بداية الثانية مع بداية الرابعة وخرج طرف نهاية الوجه وتوصيل بداية الثالثة مع بداية الأولى ويخرج طرف بداية الوجه .



رقم المجموعة	١	٢	٣	٤	٥	٦
الوجه الأول	٢	٢	١	١	١	١
الوجه الثالث	٢	٢	١	١	١	١
الوجه الثاني	١	١	١	٢	٢	١

ترتيب اسقاط الملفات

ابداً باسقاط أول الأول ملفين ثم آخر ثالث بلفت واحد ثم أول الثاني ملف واحد ثم ثاني الأول ثم أول الثالث ملفين ثم ثاني الثاني ملف واحد وهكذا حتى ينتهي الملف .

محرك شاف

محرك ثلاثة أوجه ٢٤ مجرى

١ تطيب خطوة (١ - ٥) .

عدد مجارى التطيب = ٢٤ ÷ ٦

٤ مجرى .

الخطوة = ١ - ٥

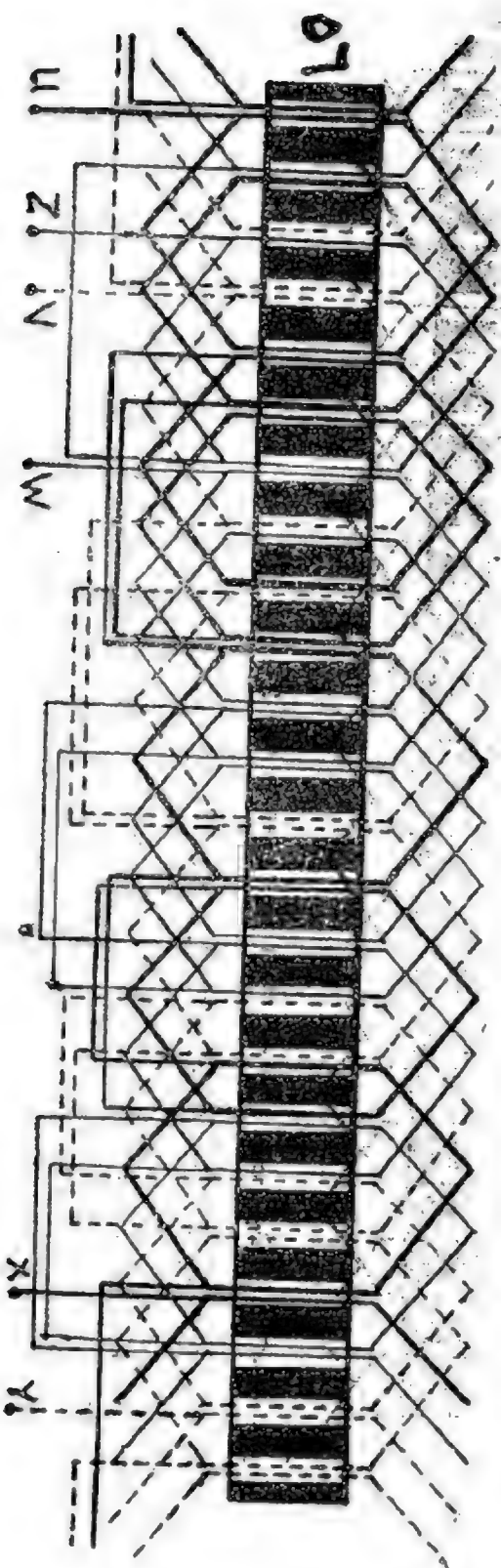
عدد مجارى الوجه تحت التطيب =

٤ ÷ ٣ = ١ ٢ مجرى .

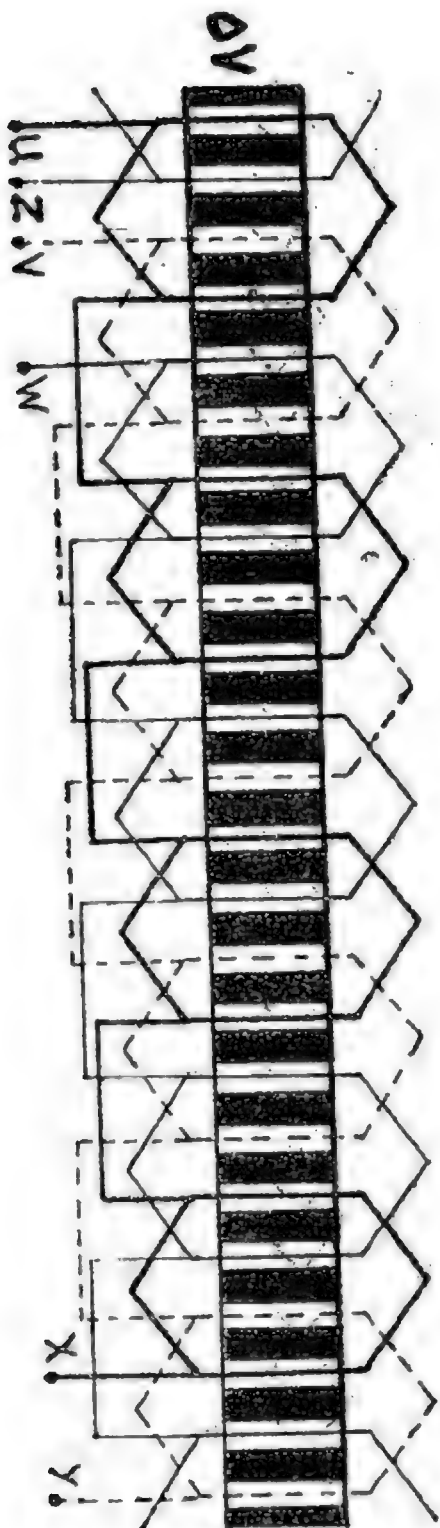
نظراً لأن الكسر خلاف نصف

لا بد من استعمال الجدول مع مراعاة

بداية كل وجه .

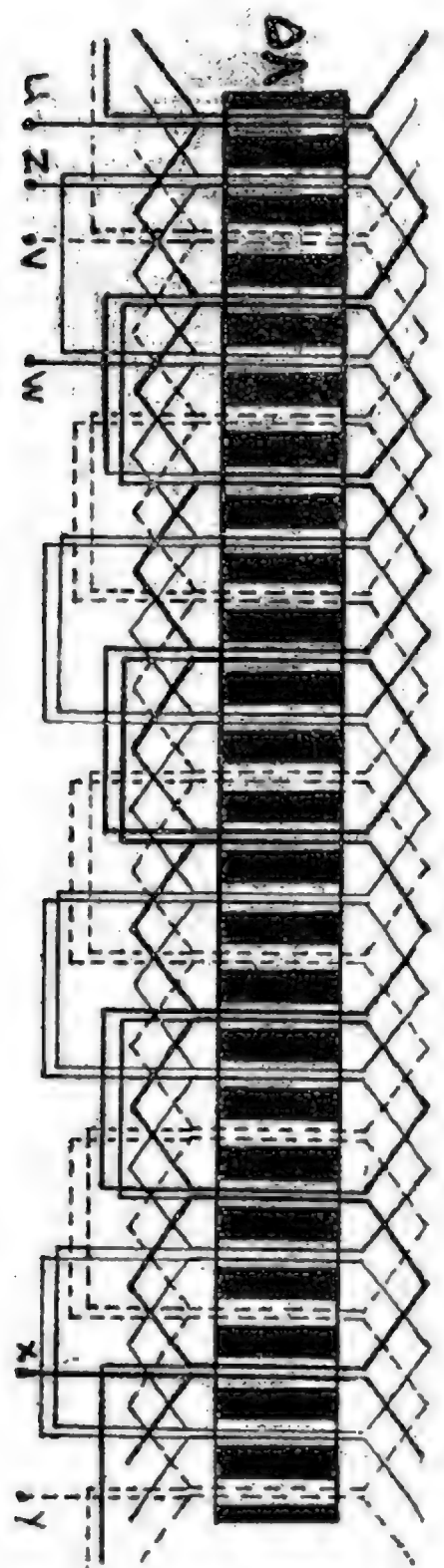


معرك ثلاثة أوجه ٢٤ مجرى ٨ قطب خطوة لف (١ - ٤) ثابتة جانب واحد
عدد مجارى القطب = ٢٤ ÷ ٨ = ٣ مجرى
عدد مجارى الوجه تحت القطب = ٢ ÷ ٣ = ١ مجرى



محرك ثلاثة أوجه ٢٤ مجرى ٨ قطب خطوة لف

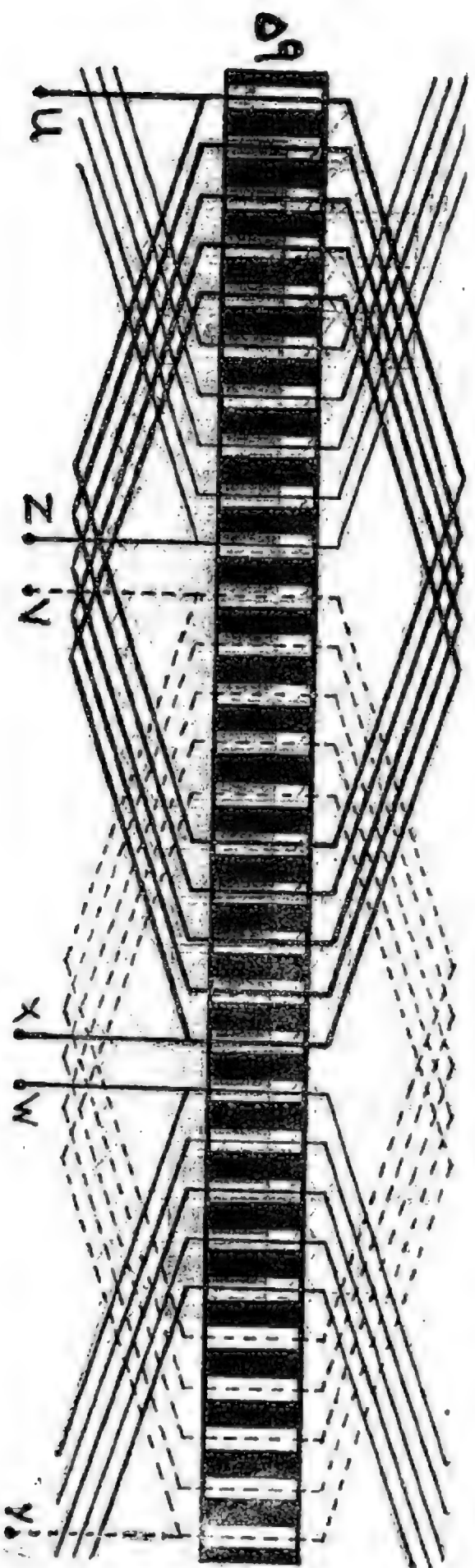
(١ - ٤) ثابتة جانبيين في المجرى



محرك ثلاثة أوجه ٣٠ مجرى ٢ قطب خطوط لف (١ - ١٦) ثابتة جانب واحد - الخطوة

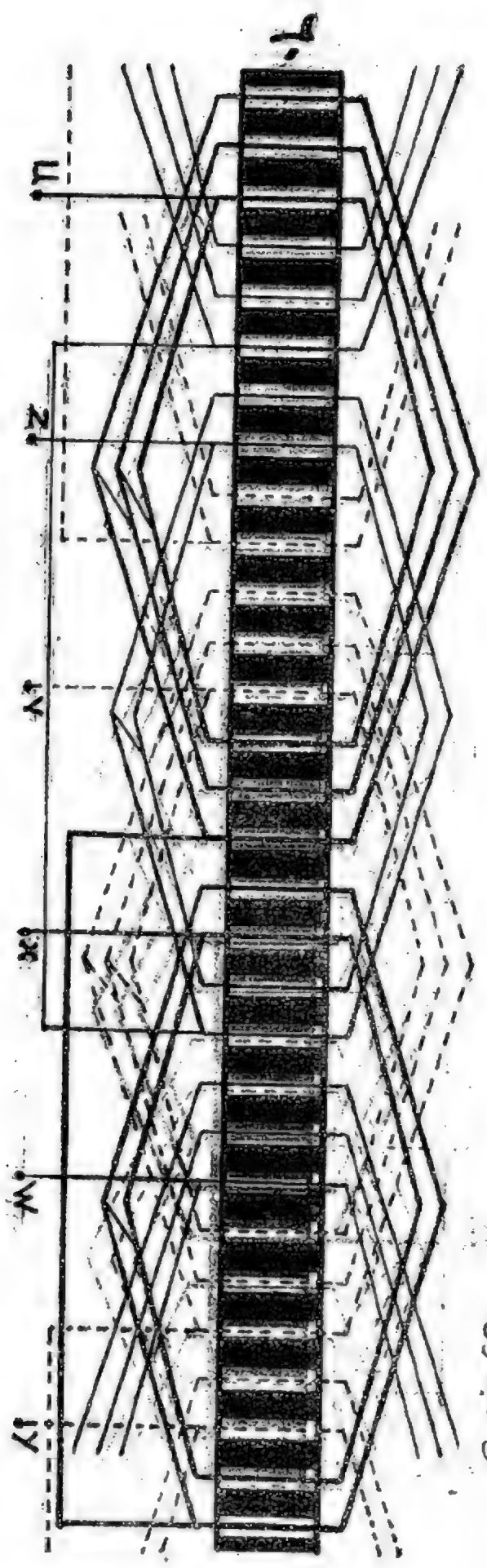
$$١٦ = ١ + ١٥ =$$

عدد مجرى التطيب = ٣٠ ÷ ٢ = ١٥ مجرى عدد مجرى الوجه تحت التطيب = ١٥ ÷ ٣ = ٥ مجرى



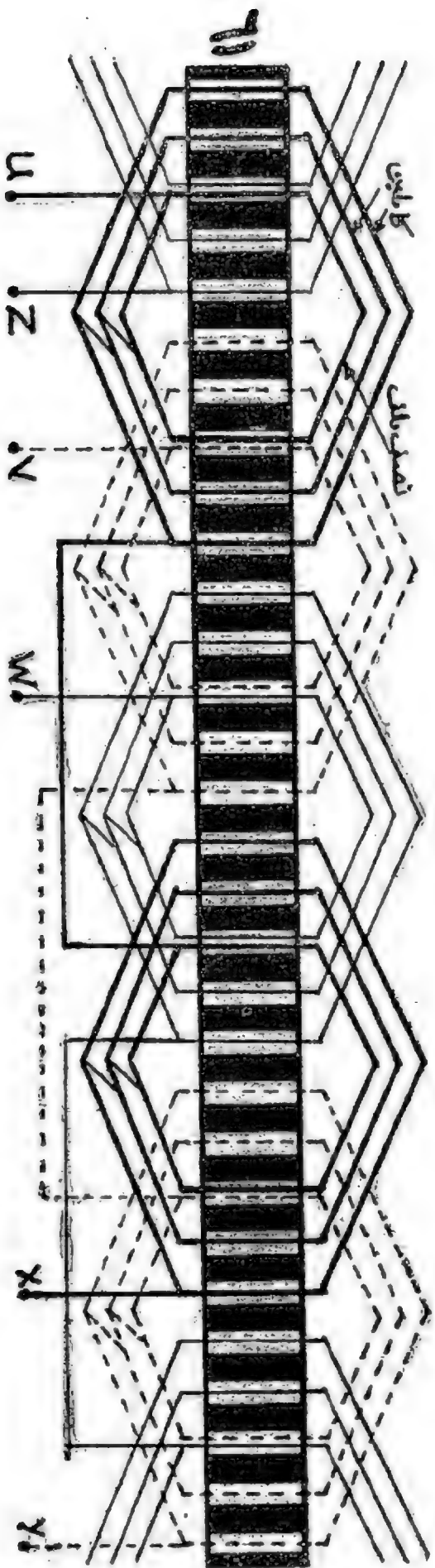
محرك ثلاث أوجه ٣٠ مجرى ٢ تطب خطوة اللف ثلاث ملفات (١٢ - ١٤ - ١٦) وملفين (١٢ - ١٤)
 متداخلة جانب واحد ذات جناحين .

في هذا المحرك يمكن جعل الجناحين ثلاث ملفات (١٢ - ١٤ - ١٦) على أن يكون اللف ١٦ جانبيين
 في المجرى .



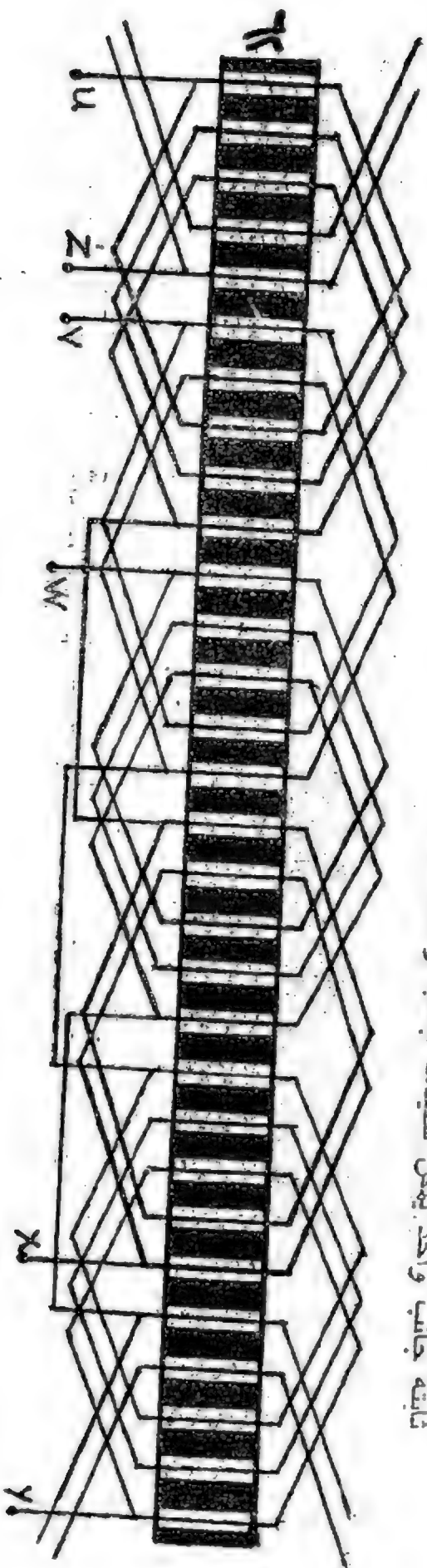
محرك ثنائي

محرك ثلاثة أوجه ٢٠ مجرى ٤ قطب خطوة لف (٦ - ٨ - ١٠) متداخلة جانب واحد
عدد مجرى القطب = ٢٠ ÷ ٤ = ٥ مجرى عدد مجرى الوجه تحت القطب = ٥ × ٧ = ٣٥ ÷ ٣ = ١٢ مجرى
في هذا المحرك الكسر الموجود نصف ولذا يمكن استعمال طرق أخرى خلاف الجدول



طريقة ثانية

محرك ثلاثة أوجه ٣٠ مجرى ٤ تطب خطوة لف على أساس ثلاث ملفات (١ - ٨) ومثلين (١ - ٩) ثابتة جانب واحد. يمكن تنفيذها جانب واحد متداخلة ثلاث ملفات (٦ - ٨ - ١٠) ومثلين (٨ - ١٠)

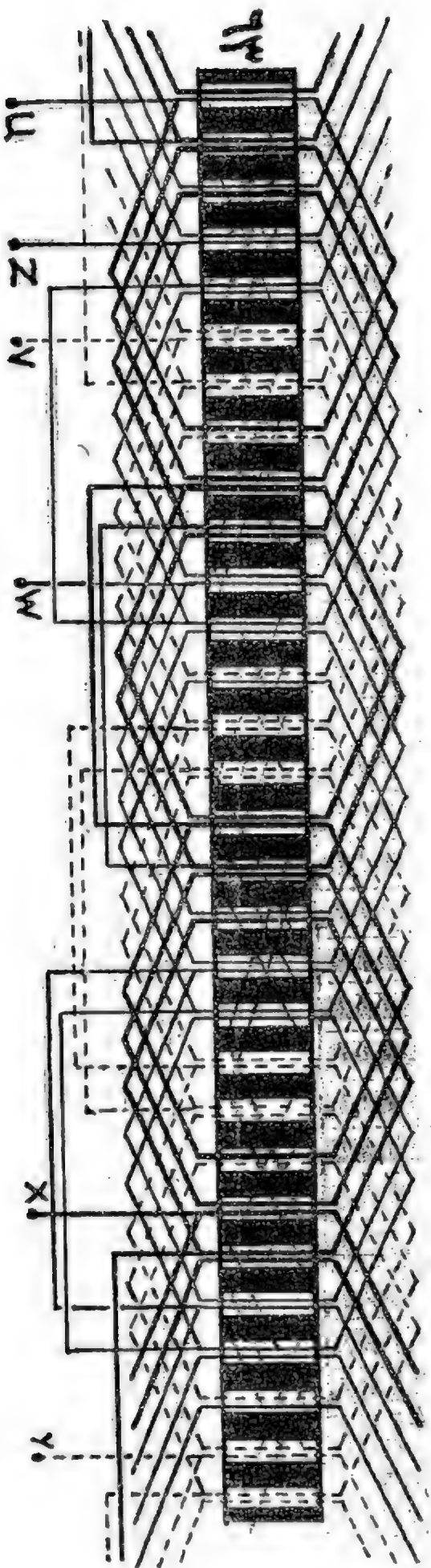


يعول عدد مجارى الوجه تحت القطب الى ملفين وثلاثة ملفات
حسبه ترتيب الجدول الآتى :

ترتيب الاستقاط

رقم المجموعة	١	٢	٣
الوجه الاول	٣	٢	٢
الوجه الثالث	٢	٢	٢
الوجه الثانى	٢	٢	٢

استقاط اول الاول ثلاثة ملفات
ثم آخر الثالث ملفين ثم اول الثانى
ثلاثة ملفات ثم ثنائى الاول ملفين
ثم اول الثالث ثلاثة ملفات وهكذا
حتى يكتمل الملف مع مراعاة بدايته
كل وجه .



محرك ثلاثة أوجه ٣٠ مجرى ٤
تطيط خطوة لف (١ - ٨) ثابته

جانبيين فى المجرى .

عدد مجارى القطب =

$$٣٠ \div ٧ \frac{1}{2} = ٤ \text{ مجرى } .$$

عدد مجارى الوجه تحت القطب =

$$٧ \frac{1}{2} \div ٣ = ٢ \frac{1}{2} \text{ مجرى } .$$

يحول عدد مجارى الوجه تحت القطب الى ١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٧ ٨ ٩ ١٠ ١١ ١٢ ١٣ ١٤ ١٥ ١٦ ١٧ ١٨ ١٩ ٢٠

بحسب الجدول :

رقم المجموعة	١	٢	٣	٤	٥	٦
الوجه الاول	١	٢	٣	٤	٥	٦
الوجه الثالث	١	٢	٣	٤	٥	٦
الوجه الثاني	١	٢	٣	٤	٥	٦

ترتيب اسقاط الملفات

ابداً باسقاط اول الاول ملف واحد ثم آخر الثالث ملفين ثم اول الثاني ملف ثم ثاني الاول ملفين ثم اول الثالث ملف واحد ثم ثاني الثاني ملفين وهكذا حتى ينتهي الك .

محرك شاذ

محرك ثلاثة اوجه ٣٠ مجرى ٦ تغلب

عدد مجارى القطب =

$$٣٠ = ٦ \div ٥ \text{ مجرى}$$

خطوة الك (١ - ٦) ثابتة جانبيين

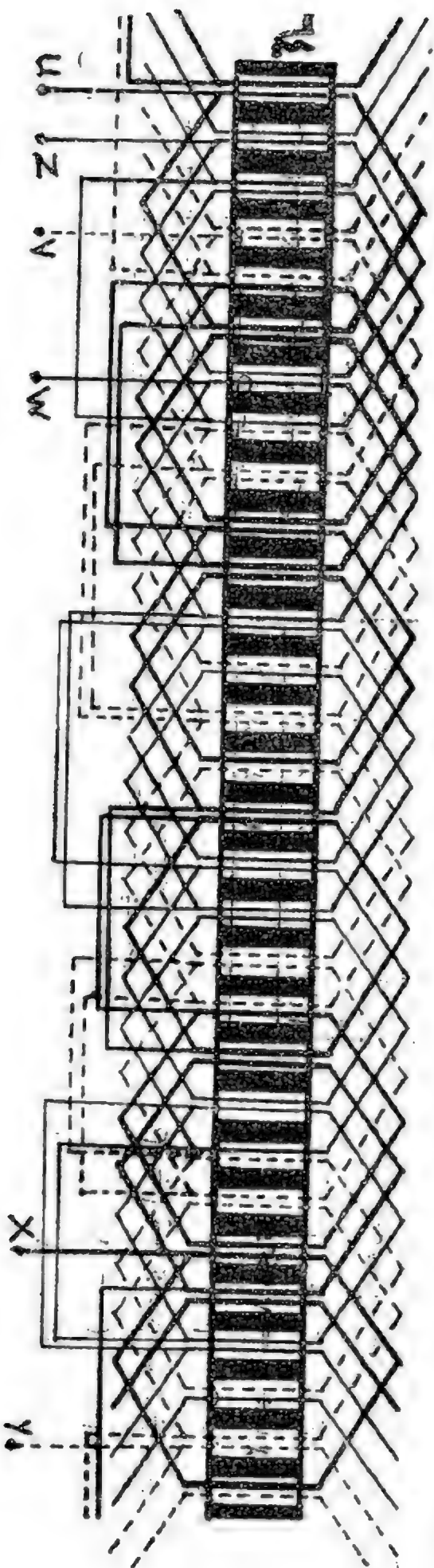
عدد مجارى الوجه تحت القطب =

$$٥ = ٣ \div ١ \frac{٢}{٣} \text{ مجرى}$$

الكسر خلاف نصف اليد من

استعمال الجدول وهي طريقة

واحدة .

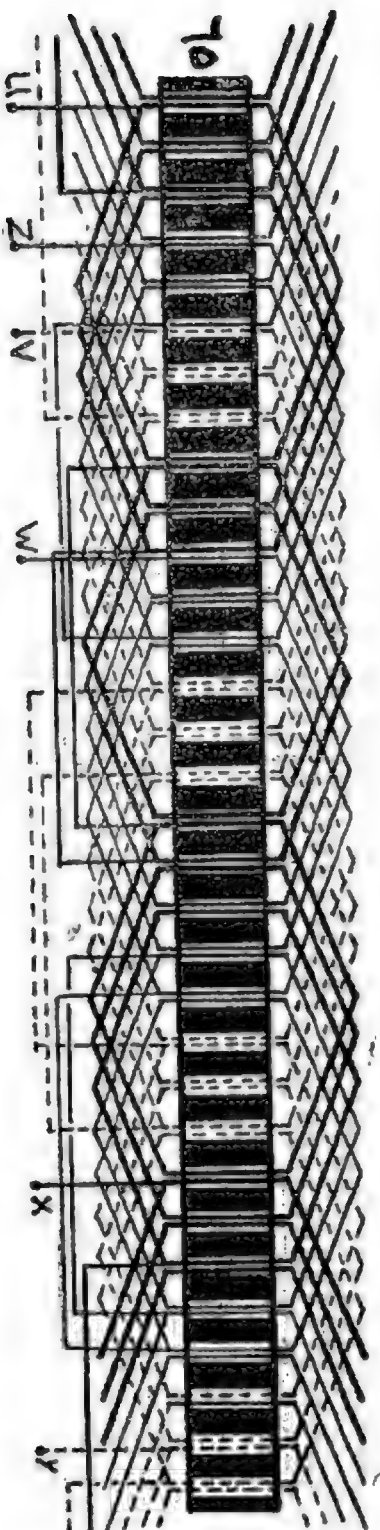


في هذا الجدول تجد الوجه الثالث
ينقص مجرى في المجموعة الرابعة
حسب توزيع الملفات وهذا لا يؤثر
على الحرك وطريقة الإسقاط كما
سبق شرحه .

محرك ثنائي
استعمل الجدول الآتي في إسقاط
الملفات

٤	٣	٢	١	
٣	٢	٢	٢	الأول
٢	٣	٢	٣	الثالث
٣	٢	٢	٣	الثنائي

محرك ثلاثة أوجه ٣٢ مجرى ٤
قطب خطوة لف (١ - ١)
ثابتة جانبيين في المجرى مع الجدول
عدد مجارى القطب =
 $٢٢ \div ٤ = ٨$ مجرى
عدد مجارى الوجه تحت القطب =
 $٢٢ \div ٣ = ٧$ مجرى
خطوة اللف = $٨ + ١ = ٩$

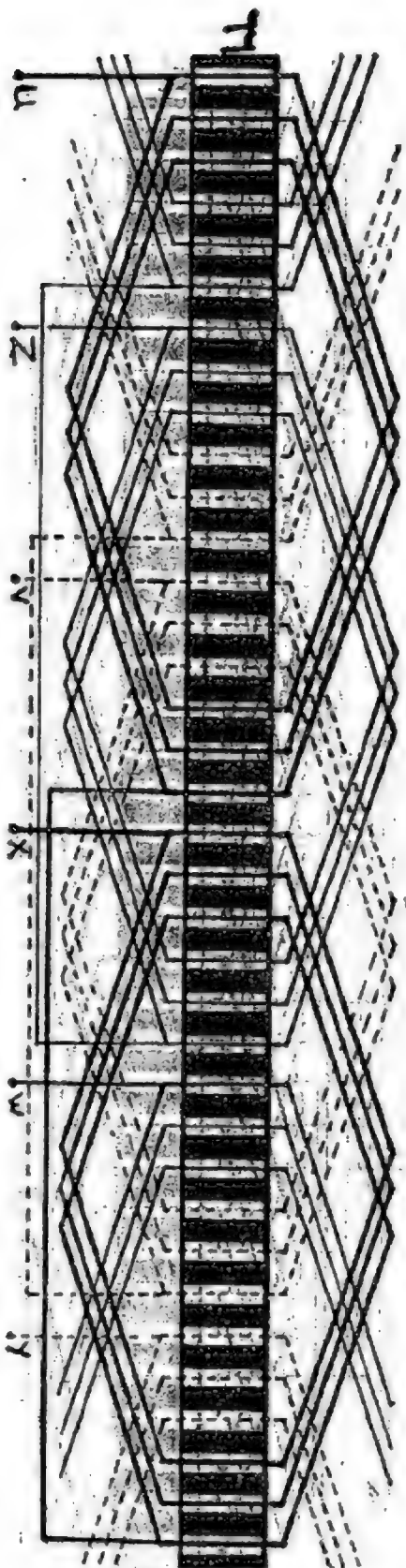


محرك ثلاثة أوجه ٣٦ مجرى ٢ قطب خطوة لف (١ - ١٦) ثابتة جانب واحد ذات الجناحين
 عدد مجارى القطب = ٣٦ ÷ ٢ = ١٨ تحت القطب = ٣ ÷ ١٨ = ٢ مجرى

قسمت نصفين .

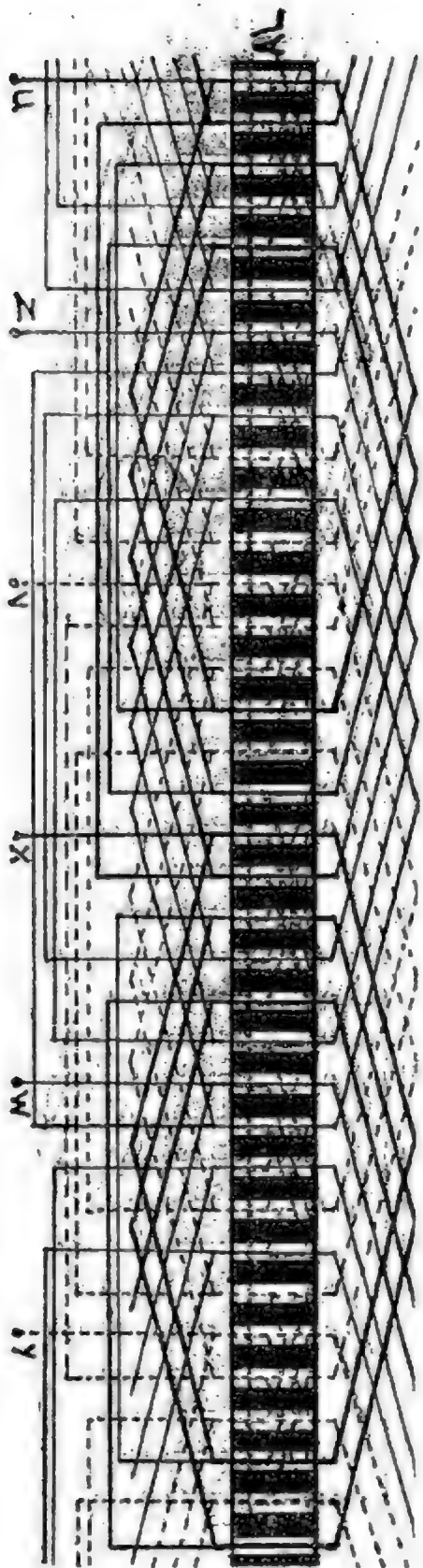
خطوة اللف = ١٨ - ٢ = ١٦ مجرى قطبية - ٢

يمكن تنفيذها متداخلة (١٤ - ١٦ - ١٨) كل جناح ثلاث ملفات .



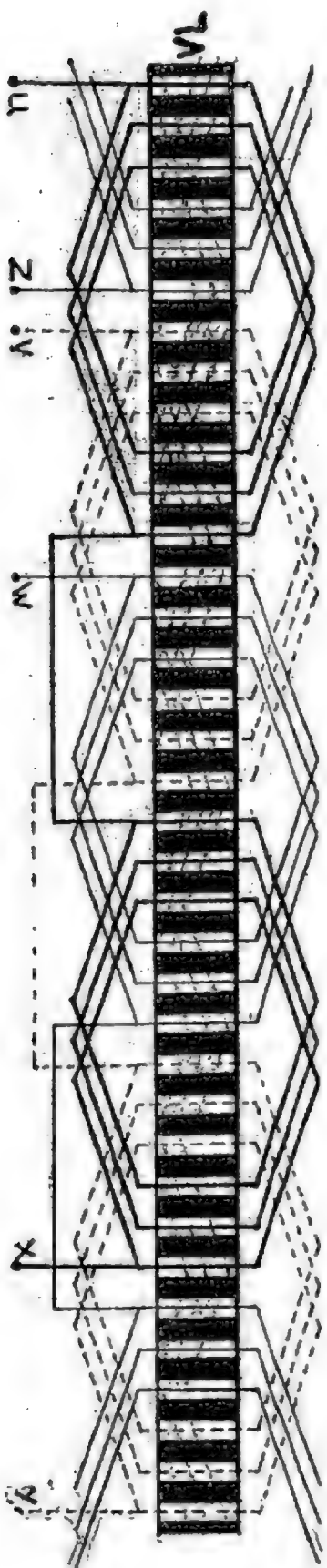
لمعرفة قيمة الخطوة ثابتة في القطبين جناحين أوجد متوسط ملفات جناح متداخلة .

محرك ثلاثة أوجه ٣٦ مجرى ٢ قطب خطوة لف (١ - ١٦) بطريقة أخرى ثابتة جانب واحد
جناحين وقد سبق شرح طريقة استقاط الكف مع مراعاة أن هذه الطريقة لا تنفذ متداخلة

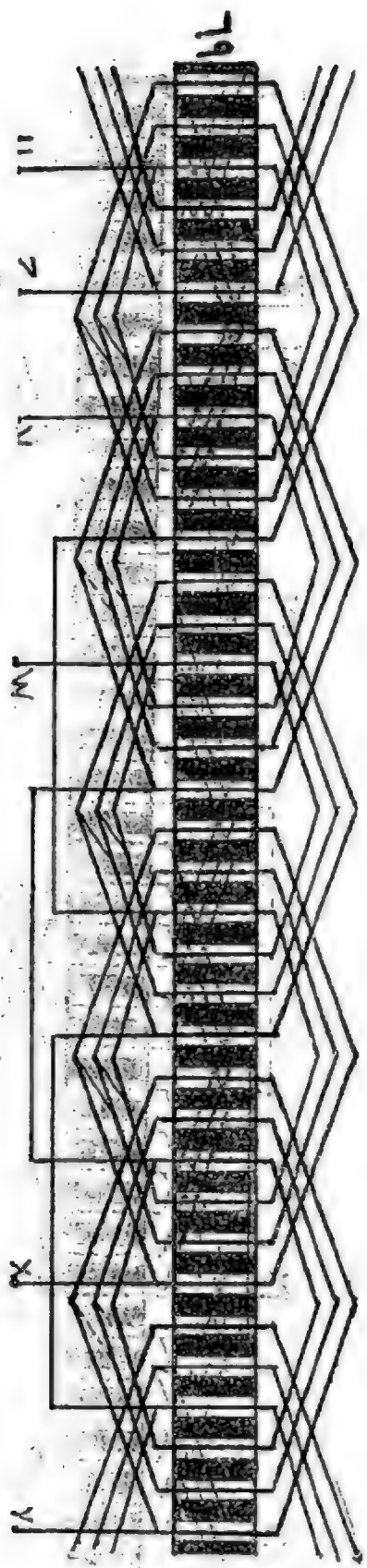


محرك ثلاثة اوجه ٣٦ مجرى ٤ قطب خطوة لف (١ - ١٠) ثابتة جانب واحد .

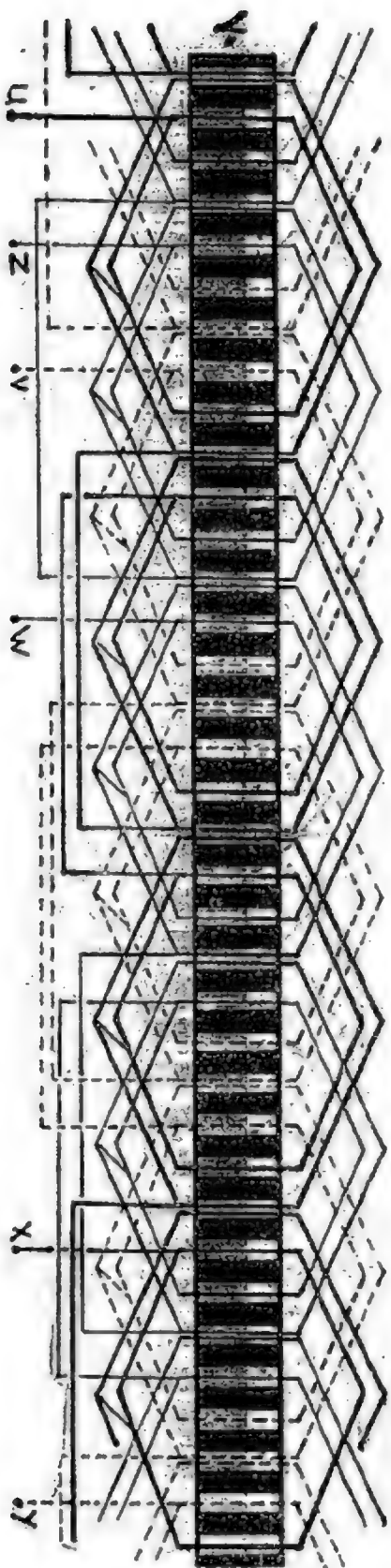
عدد مجارى القطب = $36 \div 4 = 9$ مجرى عدد مجارى الوجه تحت القطب = $9 \div 3 = 3$ مجرى
خطوة اللف = $9 + 1 = 10$ (اى تقطبة + ١)



مركز ثلاثة أوجه ٣٦ مجرى ٤ قطب خطورة انف (٨ - ١٠ - ١٢) متداخلة جانب واحد
خطورة الملف الأصغر = (٣ × ٢) + ٢ = ٦ + ٢ = ٨ مجرى

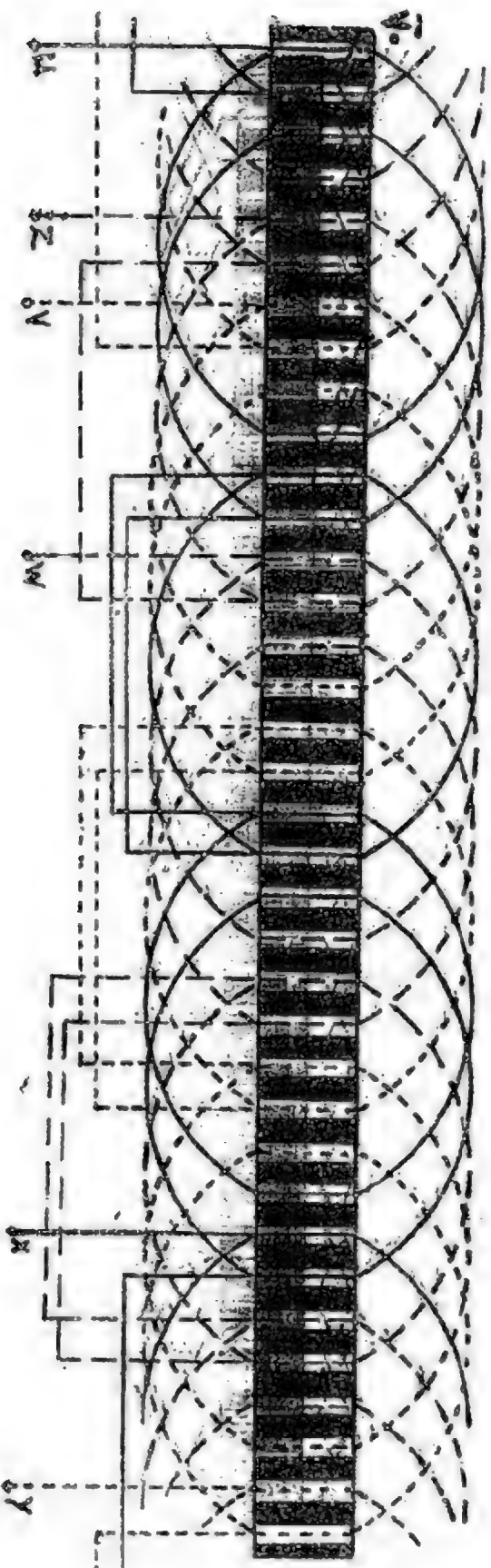


محرك ثلاثة أوجه ٣٦ مجرى ٤ تعليب خطوط لف (٨ — ١٠) تطييرة فقط متداخلة جانب وجانبين ذات المينساجين
الملف الاكبر ملف نصف والا صغر ملف كامل من حيث العدد

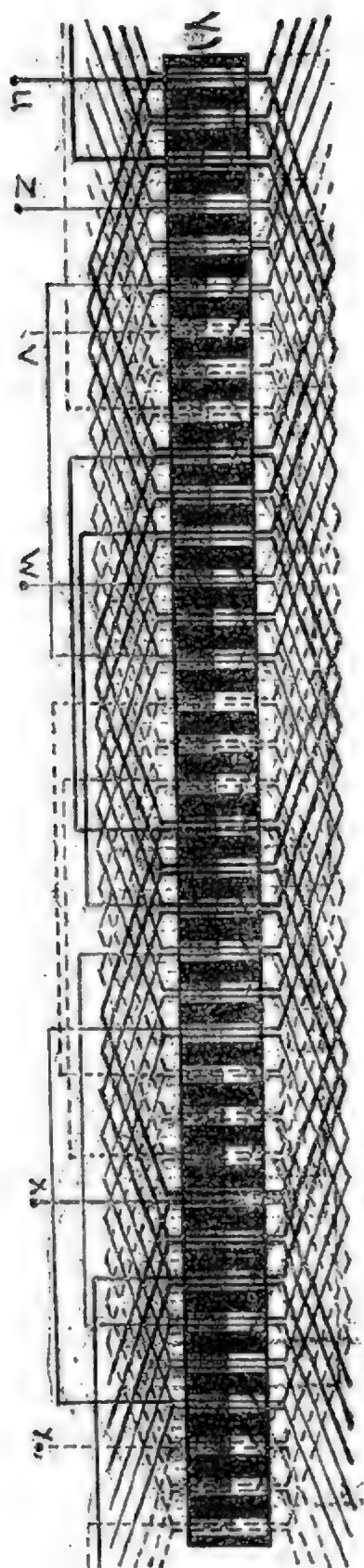


محرك ثلاثة أوجه ٣٦ مجرى ٤ قليب

عدد مجارى القليب = $36 \div 4 = 9$ مجرى الف قطبية . $9 = 1 + 9 = 10$
 عدد مجارى الوجه تحت القليب = $9 \div 2 = 4$ مجرى تسقط حسب الانفراد ملفين في اتجاه ورك في اتجاه آخر
 بطريقة استقاط ملف وترك مجرى .



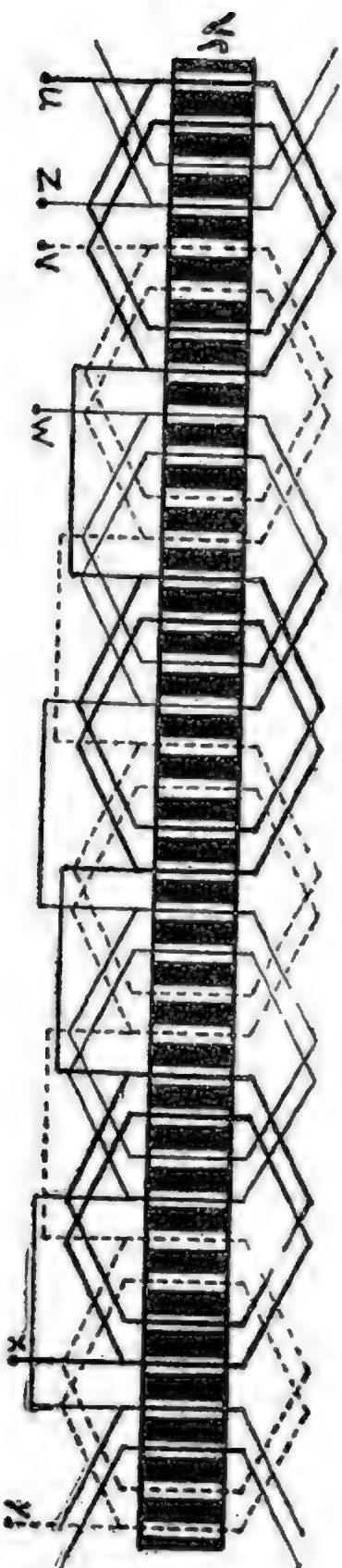
محرك ثلاثة أوجه ٣٦٠ جري ٤ تقطيع خطية لف (١ - ١٠) ثابتة جانبيين في الجـري



محرك ثلاثية اوجه ٣٦ مجرى ٦ تقطيب خطوة لك (١ - ٧) ثابتة جاذ بواحد

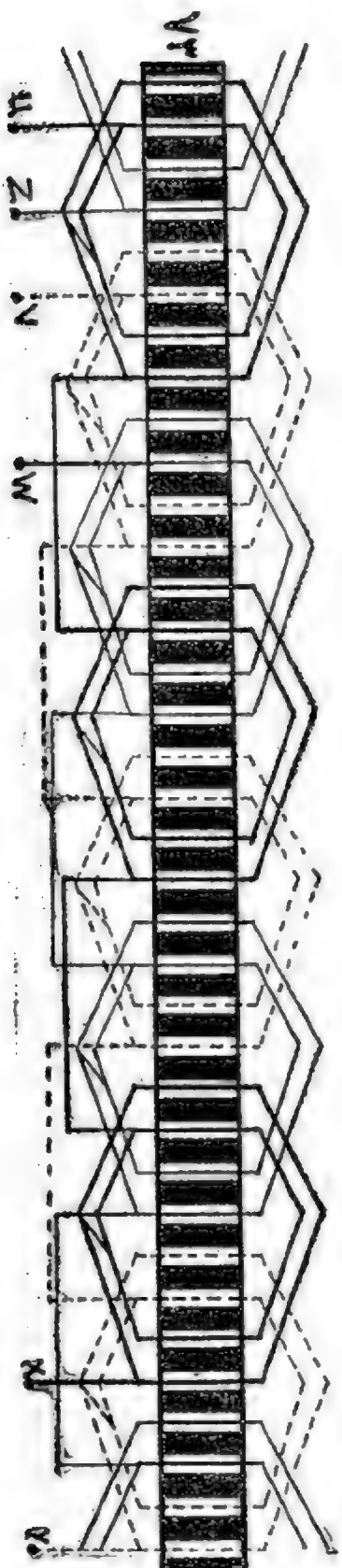
عدد مجارى التقطيب = ٣٦ ÷ ٦ = ٦ مجرى عدد مجارى الوجه تحت القطيب = ٦ ÷ ٣ = ٢ مجرى

$$\text{خطوة الكف} = ٦ + ١ = ٧$$

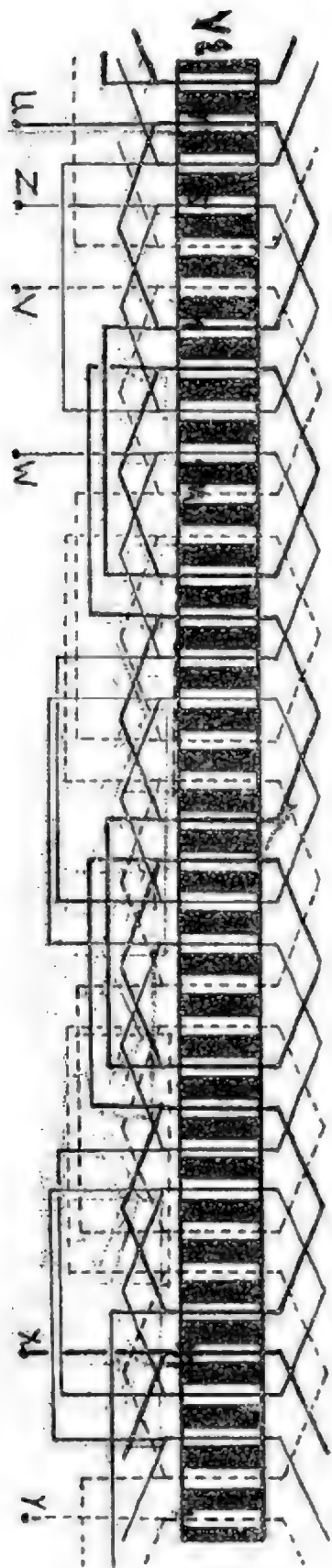


محرك ثلاثة أوجه ٣٦ مجرى ٦ قطب خطوة لك (٨ - ٦) متداخلة جانب واحد

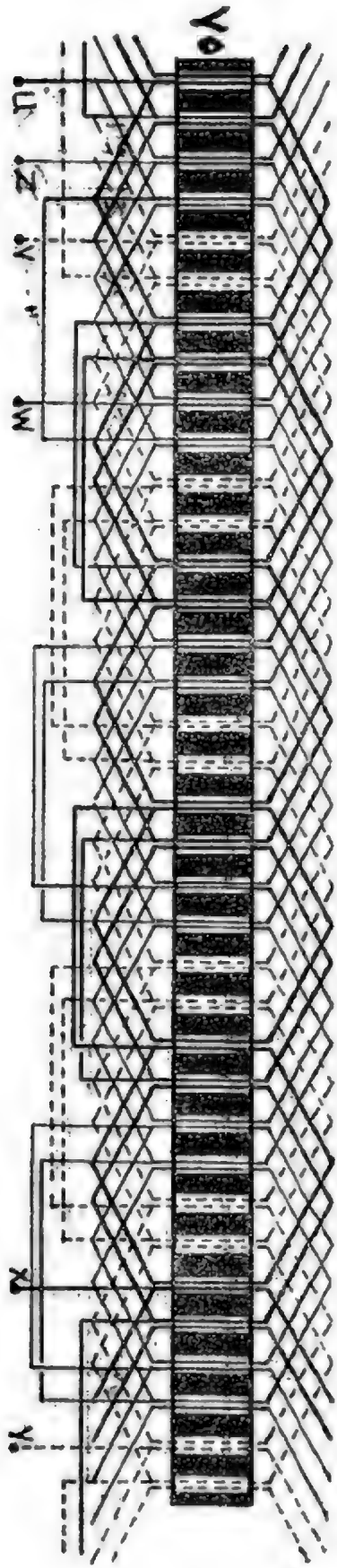
$$\text{خطوة الكلف الأصغر} = (٢ \times ٢) + ٢ = ٦$$



محرك ثلاثة أوجه ٣٦ مجرى ٦ تطيب خطوة إنف (١ - ٦) ثابتة جانب واحد ذات الجناحين
خطوة اللف تطبية فقط = عدد مجارى التطيب = ٦ مجرى

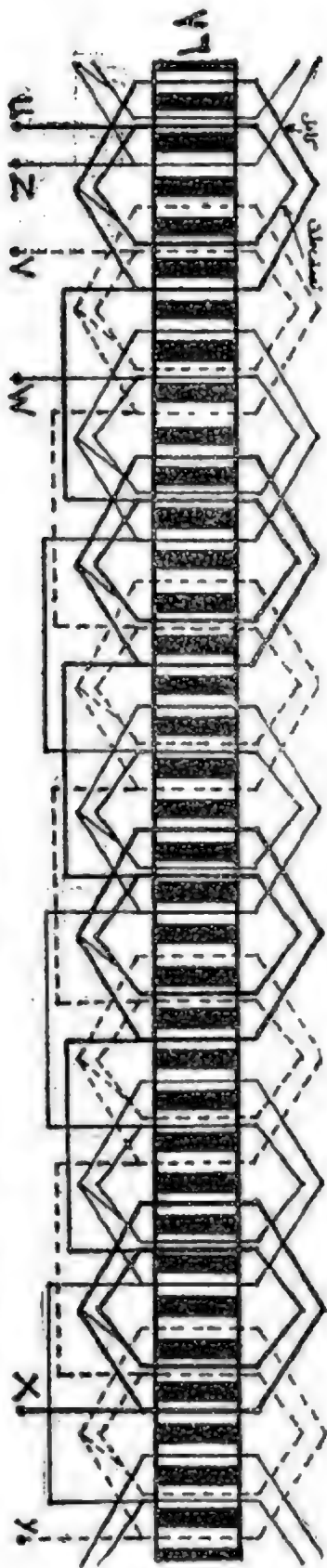


محرك ثلاثة أوجه ٣٦ مجرى ٦ قطب خطوة
لف (١ - ٧) فائبة جانبيين في الجرى تعطينة + ١



محرك شسك

محرك ثلاثة أوجه ٣٦ مجرى ٨ قطب خطوة لسف (٤ - ٦) متداخلة جانب وجانبين في المجارى لا يستعمل الجدول في هذه الطريقة لأن الكسر نصف على أن يكون الملف الأصغر نصف ملف والملف الأكبر ملف كامل كما سبق شرحه



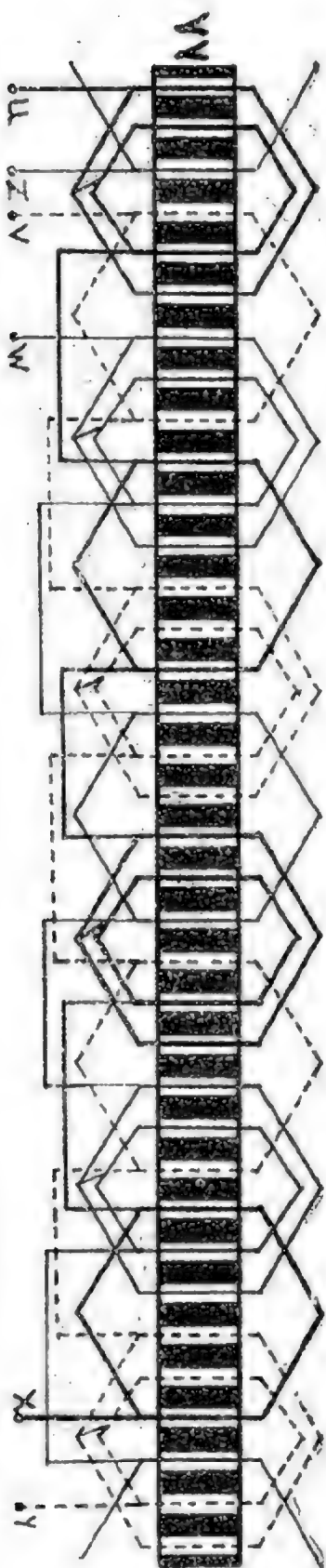
عدد مجارى كل قطب = $36 \div 8 = 4\frac{1}{2}$ مجرى

عدد مجارى الوجه تحت القطب = $4\frac{1}{2} \div 3 = 1\frac{1}{2}$ مجرى

خطوة الملف ثابتة = ١ - ٥ ومتداخلة ٤ - ٦

طريقة ثانية

محرك ثلاثة أوجه ٣٦ مجرى ٨ قطب خطوة لف على أساس ملفين
مداخلين (٤ - ٦) ولف ثابت (١ - ٦) يمكن تنفيذها ثابتة ملفين
(١ - ٥) ولف (١ - ٦) .



٤١٢٠١٠٢ الى القليب تحت الوجه مجارى

يحول عدد جدول حسب الجدول .

رقم المجموعة	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨
الوجه الاول	٢	١	٢	١	٢	١	٢	١
الوجه الثالث	٢	١	٢	١	٢	١	٢	١
الوجه الثاني	٢	١	٢	١	٢	١	٢	١

ترتيب اسقاط الملفات

ابداً باستطاع أول الأول ملفين ثم آخر الثالث ملف واحد ثم أول الثاني ملف وهكذا ملفين ثم ثاني الأول ملف ثم أول الثالث ملفين ثم ثاني الثاني ملف وهكذا حتى ينتهي الف .

طريقة التامة بالجنود

محرك ثلاثة اوجه ٣٦ جبرى ٨

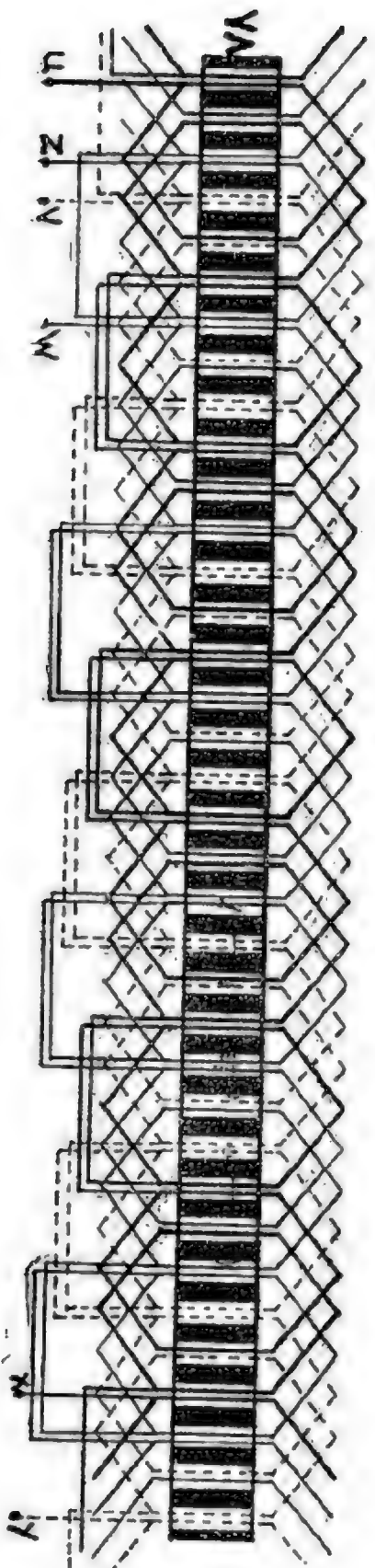
جانبین فی الجری .

عدد مجاری التطبيب =

$$11 \div 7 = 1 \frac{4}{7}$$

عدد مجاری الوجه تحت القلاب ::

5. 11. 3. 4. 5.



محركات الوجه الواحد

ذات السرعات

محرك الوجه الواحد المستعمل لأكثر من سرعة هو من النوع الغير مزود بمفتاح طرد مركزي وعلى هذا يكون تقسيمه على أساس نصف الجارى ملفات التشغيل والنصف الثانى لملفات التقويم على أن يتواجد المكثف مع ملفات التقويم وفى هذا المحرك للحصول على السرعات المطلوبة تضاف مجموعة ملفات ثالثة تشترك مع كل من التشغيل والتقويم فى الجارى وعن طريق ادخال ملفات هذه المجموعة الثالثة فى الدائرة تتغير قيمة المقاومة وكذا قيمة الفيض المغناطيسى وبذلك نحصل على السرعة المطلوبة مع مراعاة أن قطبية المحرك ثابتة لا تتغير ولكن زيادة السرعة أو نقصانها رجع لعدد ملفات المجموعة الثالثة فى الدائرة حيث نجد فى سرعة تدخل نصف الملفات وفى سرعة أقل تدخل الملفات جميعها هذا إذا كان المحرك ثلاث سرعات أما إذا كان سرعتين فقط فتدخل جميع الملفات المجموعة الثالثة فى الدائرة عند الحصول على السرعة الأقل والرسومات الآتية توضح هذا .

مثال لعملية التقسيم

محرك وجه واحد ١٦ مجرى ٤ أقطاب يراد تقسيمه لثلاث سرعات .

التقسيم

$$\text{عدد مجارى التشغيل} = ١٦ \div ٢ = ٨ \text{ مجرى}$$

$$\text{عدد مجارى التقويم} = ١٦ - ٨ = ٨ \text{ مجرى}$$

$$\text{عدد مجارى قطب التشغيل} = ٨ \div ٤ = ٢ \text{ مجرى}$$

$$\text{عدد مجارى قطب التقويم} = ٨ \div ٤ = ٢ \text{ مجرى}$$

نوعية اللف جانب واحد خطوة متداخلة

$$\text{قيمة خطوة الملف الأصغر تشغيل أو تقويم} = ٢ + ٢ = ٤ \text{ مجرى}$$

$$\text{قيمة خطوة الملف الثانى تشغيل أو تقويم} = ٢ + ٤ = ٦ \text{ مجرى}$$

خطوة ملفات المجموعة الثالثة متداخلة ومشاركة مع التشغيل والتقويم

(٤ ، ٦) وعلى هذا يكون التشغيل والتقويم كل منهما ٤ ملفات والمجموعة

الثالثة ٨ ملفات .

مثال آخر

محرك وجه واحد ٢٤ مجرى ٤ / قطاب يراد تقسيمه ألفه سرعتين .

التقسيم

عدد مجارى التشغيل = $24 \div 2 = 12$ مجرى

عدد مجارى التقويم = $12 - 12 = 0$ مجرى

عدد مجارى قطب التشغيل = $12 \div 4 = 3$ مجرى

عدد مجارى قطب التقويم = $12 \div 4 = 3$ مجرى

نوعية الف جانب واحد خطوة متداخلة

قيمة خطوة الملف الأصفر تشغيل أو تقويم = $2 + 3 = 5$ مجرى

قيمة خطوة الملف الثانى تشغيل أو تقويم = $2 + 5 = 7$ مجرى

قيمة خطوة الملف الثالث تشغيل أو تقويم = $2 + 7 = 9$ مجرى

خطوة ملفات المجموعة الثالثة متداخلة ومشاركة مع التشغيل والتقويم

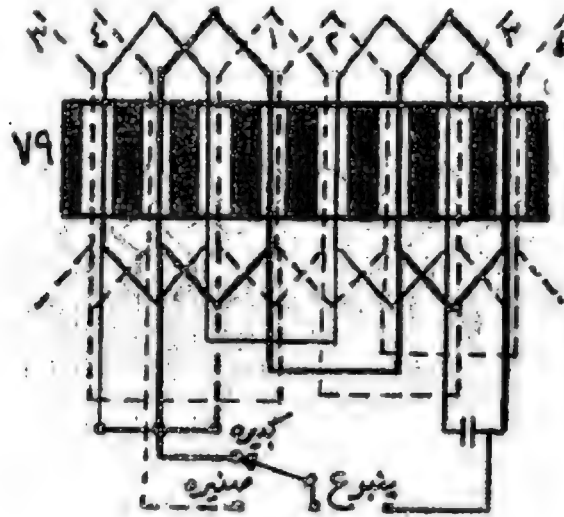
(٥ ، ٧ ، ٩) وعلى هذا يكون عدد ملفات كل من التشغيل والتقويم ٦ ملف

وعدد ملفات المجموعة الثالثة ١٢ ملف .

محركات مراوح السقف

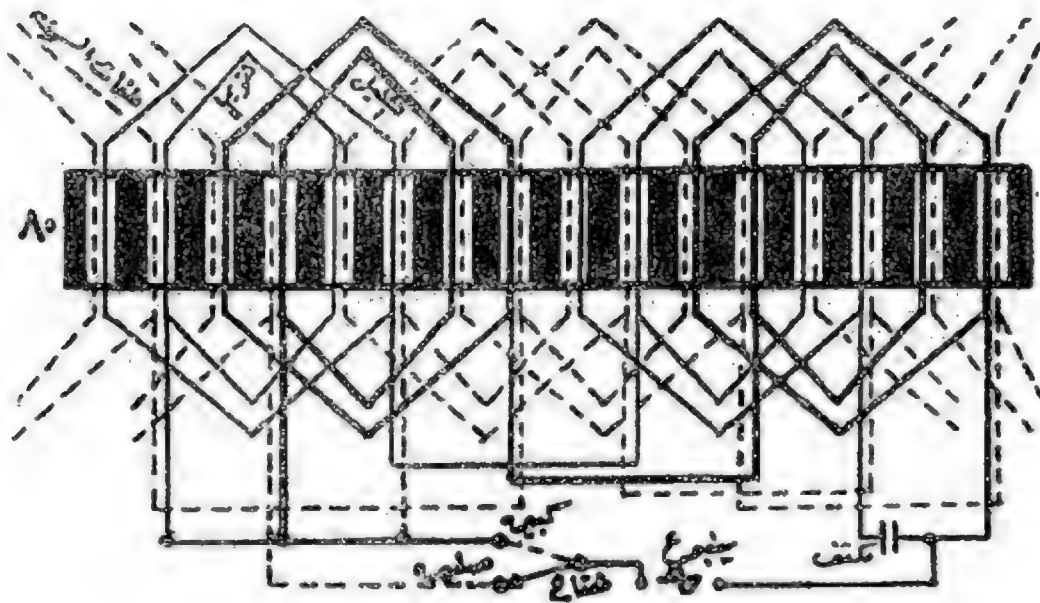
ينطبق على محركات مراوح السقف نوع المحرك السابق شرحه وكذا: طريقة تقسيمه الا ان التحكم فى قيمة السرعة يكون عن طريق مقاومة خارجية مدرجة وعلى مقدار ما يدخل من هذه المقاومة فى الدائرة تتأثر سرعة المروحة مع ثبات عدد اقطاب المروحة وفى هذه الحالة يكون لا داعى لتواجد مجموعة الملفات الثالثة ويكون التقسيم فقط على أساس تشغيل وتقويم ويكون نوع الف جانبين فى المجرى سواء للتشغيل أو التقويم مع وضع المكثف المناسب مع التقويم . هذا ويمكن تقسيم المحرك على أساس تواجد ثلاث انواع من الملفات (تشغيل — تقويم — سرعات) وبنظام الأمثلة السابقة وهو الموجود حاليا فى المراوح الحديثة .

محرك وجه واحد ٨ مجرى سرعتين السرعة الكبيرة ٤ قطب خطية
لف التشفيل أو التقويم أو السرعات (١ - ٢) خطورة ثابتة .



محرك وجه واحد ١٦ مجرى سرعتين السرعة الكثيرة ٤ قطب

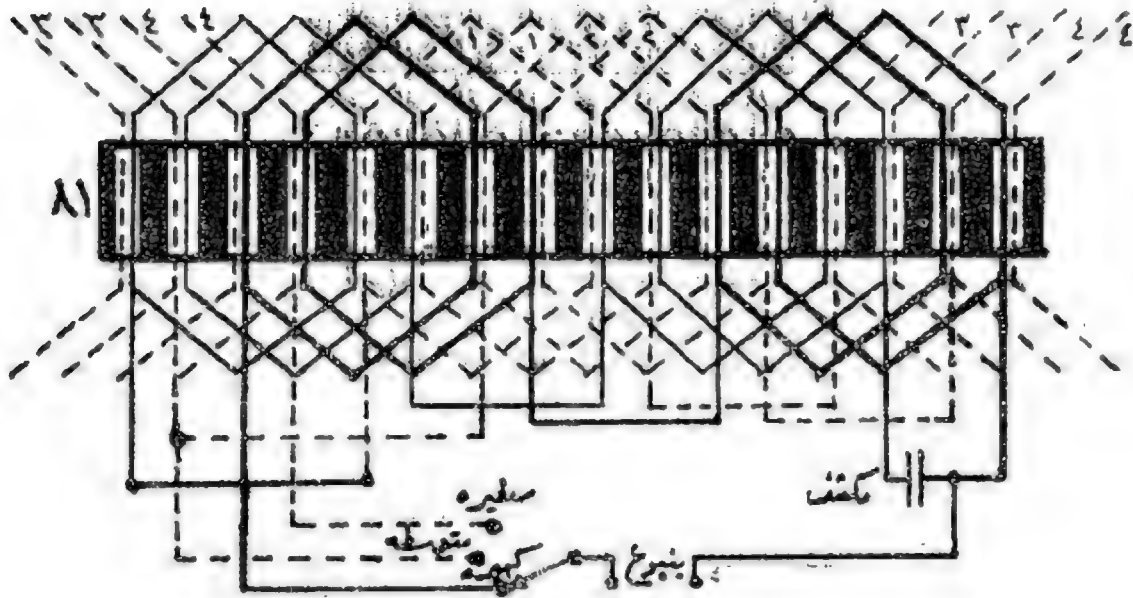
خطوة لف جميع المافات (٤ - ٦) متداخلة



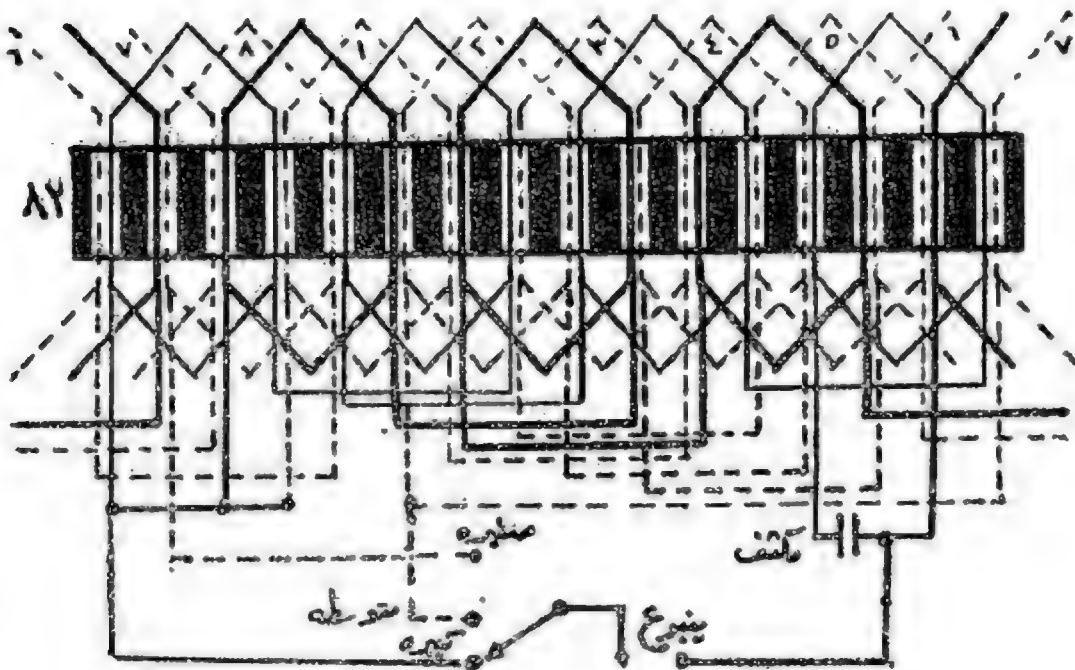
محرك وجه واحد ١٦ مجرى ٣ سرعات ٤ قطب خطوة لف (٥ - ١) ثابتة
عدد مجارى القطب الكامل (تشفير وتنظيم) $4 = 4 \div 16 = 4$ مجرى

خطوة اللف لجميع الملفات $5 = 1 + 4 = 5$ مجرى

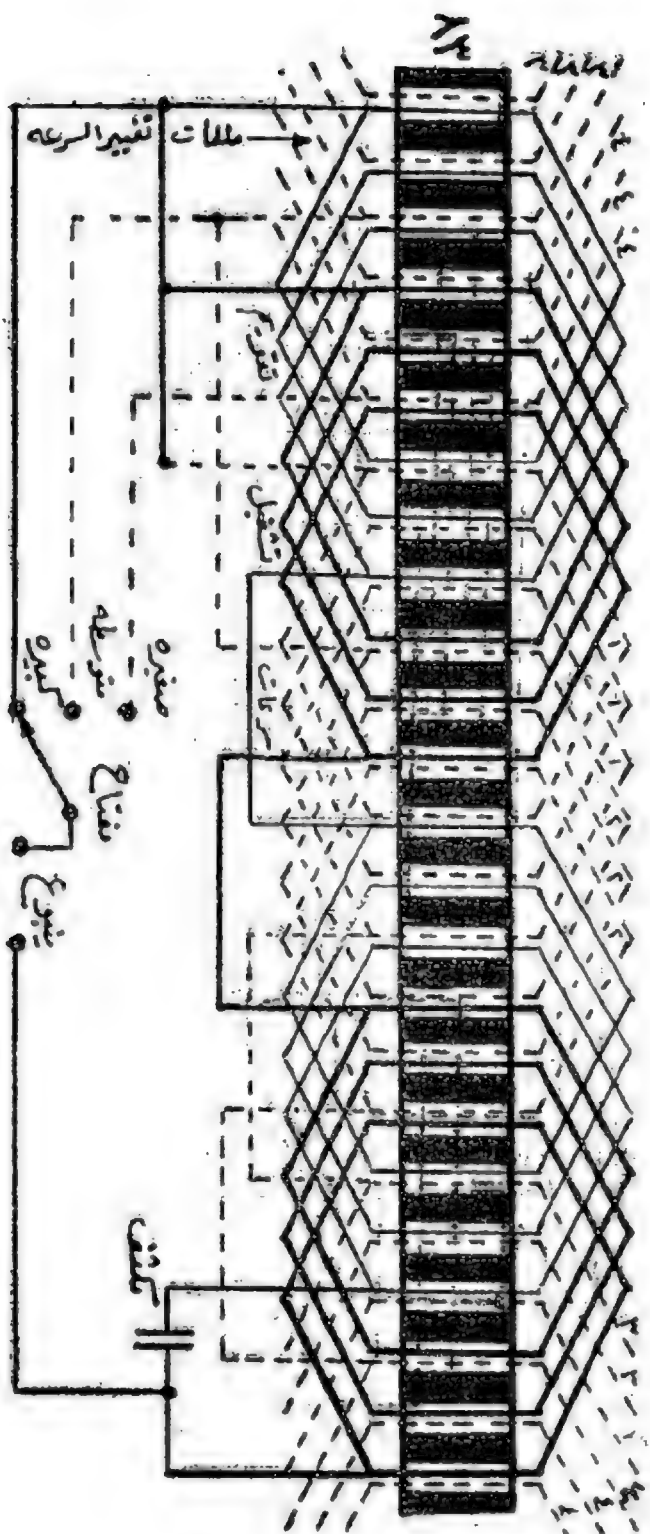
نوع اللف جانبيين تشفير مع سرعات وتنظيم مع سرعات

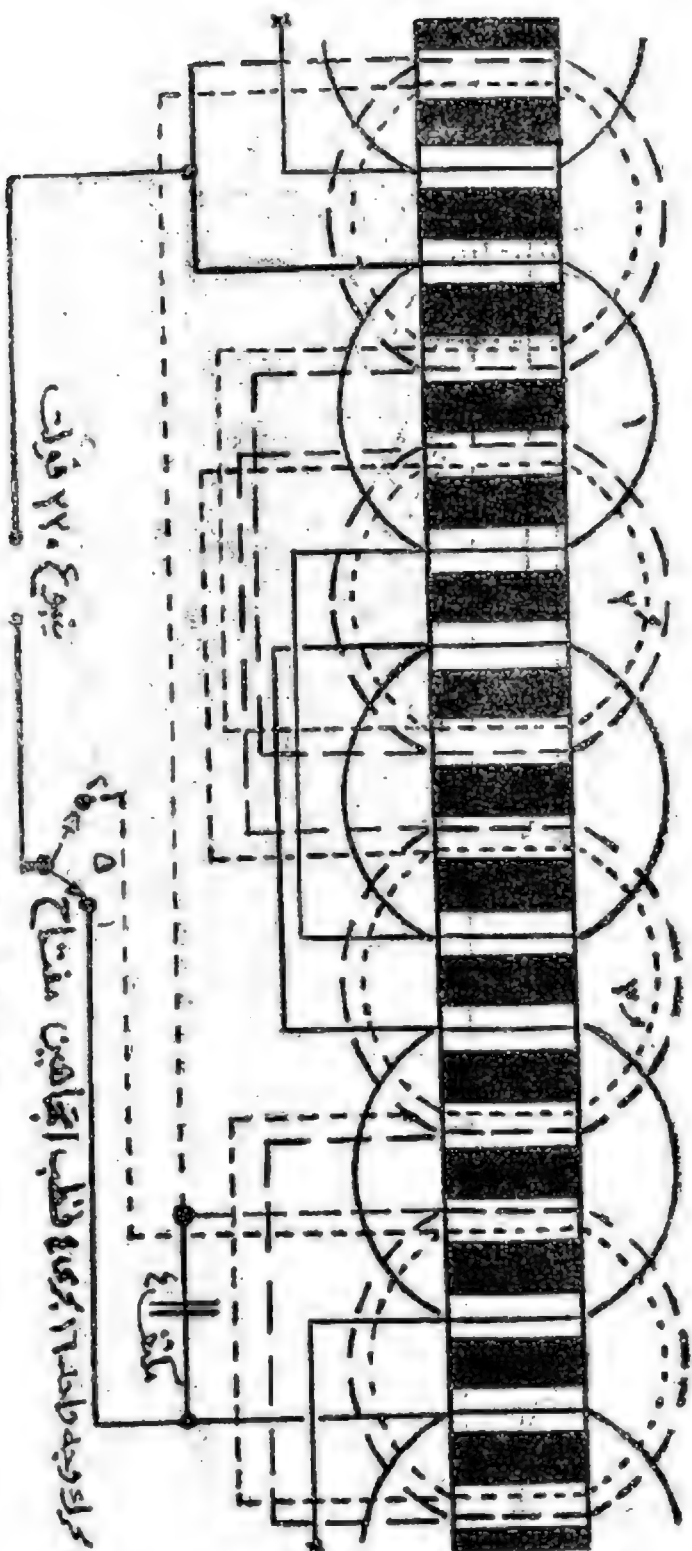


محرك وجه واحد ١٦ مجرى ٣ سرعات ٤ قطب خطوة لف (٤ - ١)
ثلاثة ذات الجناحين



محرك وجه واحد ٢٤ مجرى ٣ سرعات { قطب السرعة الكبير
خطوة لف، جميع الملفات (١ - ٧) ثابتة تشغيل وتقويم سرعات
عندما يكون المحرك ثلاث سرعات تقسم ملفات السرعات إلى نوعين بحيث
توصل الملفات رقم (١) مع (٢) والملفات رقم (٢) مع (٤) وطرف السرعة
المتوسطة من وصلة بداية (٢) مع نهاية (٣)





بيان المحرك وهو سرعته ضغط وطورد

- رقم (١) ملفات تشغيل قطر السلك ٢.٠ مم وعدد لفات ٩.٠ لفة .
- رقم (٢) ملفات التشغيل قطر السلك ٢.٠ مم وعدد لفات ٥٦.٠ لفة .
- رقم (٣) ملفات تغيير السرعة قطر السلك ٢.٠ وعدد لفات ٥٦.٠ لفة .
- رقم (٤) مكثف سعته ٢ ميكروفراد ٢٢.٠ فولت .
- رقم (٥) مفتاح تشغيل (١) التشغيل بالتردد والبيانات مع التشغيل مع التردد (شفت)
- رقم (٢) التشغيل مع المكثف وبالتوازي مع التشغيل مع التردد (طرد)

محركات الثلاثة أوجه

ذات السرعات

- هذا النوع من المحركات يمكن الحصول منه على أكثر من سرعة :
- ١ — الحصول على سرعتين متناصفتين $\frac{1}{2}$ قطب (١٥٠٠/٣٠٠٠ لفة)
 - ٢ — الحصول على سرعتين متناصفتين $\frac{1}{4}$ قطب (٧٥٠/١٥٠٠ لفة)
 - ٣ — أو الحصول على سرعتين غير متناصفتين مثل $\frac{1}{4}$ قطب (١٠٠٠/١٥٠٠ لفة)
- وفي بعض المحركات يمكن الحصول على ثلاثة سرعات (١٥٠٠/٧٥٠/٣٠٠٠ لفة) .

السرعات المتناصفة

قبل أن نتكلم عن السرعات يجب أن نعلم أنه في المحرك ذو السرعة الواحدة إذا أريد تغيير لفة مع تغيير قيمة سرعته سواء الى أكبر أو أقل يجب اتباع الآتى :

- ١ — يقسم المحرك حسب عدد اقطاب السرعة الجديدة للحصول على الآتى :

(أ) عدد مجارى كل قطب .

(ب) عدد مجارى كل وجه تحت كل قطب .

(ح) قيمة الخطوة الجديدة .

- ٢ — حساب مساحة مقطع سلك ملفات السرعة الجديدة وكذا عدد لفات

الملف الجديد وذلك باستعمال القانون الآتى :

(أ) مساحة مقطع سلك السرعة الجديدة

$$\frac{\text{السرعة الجديدة}}{\text{السرعة القديمة}} = \text{مساحة مقطع السلك القديم} \times \text{عدد لفات الملف الجديد}$$

(ب) عدد لفات الملف الجديد

$$\frac{\text{السرعة القديمة}}{\text{السرعة الجديدة}} = \text{عدد لفات الملف القديم} \times \text{عدد لفات الملف الجديد}$$

ويستعمل هذا القانون لتغيير أى سرعة الى سرعة أخرى مثل من ١٠٠٠ لفة الى ١٥٠٠ لفة او من ٣٠٠٠ الى ١٥٠٠ لفة وهكذا والسبب فى هذا التغيير فى مساحة مقطع السلك وعدد لفات الملف هو أن لكل سرعة مجال مغناطيس ولكل مجال مقاومة استثنائية ولكل مقاومة شدة تيار ولكل شدة تيار مساحة مقطع سلك ولكل مساحة مقطع سلك عدد لفات

فى المحرك الذى نحصل منه على سرعتين متناسفتين يجب أن يكون لكل سرعة مساحة مقطع سلك وعدد لفات ولكن نجد أن هذا المحرك يلف بنوعية واحدة من الملفات تستعمل للسرعتين ولكى ينفذ القانون السابق ليتواجد عندنا نوعين (مساحة مقطع وعدد لفات) نجد يتم هذا من طريق التوصيل داخل المحرك لجموعات الأوجه الثلاثة والتوصيل خارج المحرك لأطراف الأوجه مع التيار والرسومات الآتية توضح هذا .

السرعتين الغير متناسفتين

فى هذا المحرك يتم التقسيم ولف الملفات كل سرعة على حدة لذا نجد داخل المحرك نوعين من الملفات من حيث مساحة مقطع السلك وعدد لفات الملف ولكل نوعية من هذه الملفات خاصة بسرعة ويعتبر المحرك فى هذه الحالة كأنه محركين داخل جسم محرك واحد ويخرج منه اثني عشر طرفا منها ستة أطراف بسرعة والستة الأخرى للسرعة الثانية وتوصل كل منهما اما بطريقة الدلتا أو النجمة .

تقسيم المحركات المتناصفة

هذه المحركات يمكن لفها اما بخطوة ثابتة أو متداخلة جانبيين فى المجرى ولكل حالة طريقة خاصة للحصول على خطوة اللف كالاتى :-

البيانات الخاصة بتقسيم المحرك

- ١ — تحسب عدد أقطاب كل سرعة من سرعتين .
 - ٢ — تحسب عدد مجارى كل قطب لكل سرعة
 - ٣ — تحسب عدد مجموعات كل وجه وهى = عدد أقطاب السرعة الكبيرة
 - ٤ — تحسب عدد مجارى كل مجموعة وهى = $\frac{\text{عدد مجارى المحرك}}{\text{عدد مجموعات الوجه} \times \text{عدد الأوجه}}$
 - ٥ — نوعية الملف وهى جانبين فى المجرى .
 - ٦ — نوعية الخطوة اما ثابتة او متداخلة .
 - ٧ — قيمة الخطوة فى الثابتة او الخطوات فى المتداخلة .
- (ا) اذا كان عدد مجارى قطب السرعة الصغيرة رقم صحيح بدون كسر تكون الخطوة = عدد مجارى قطب السرعة الصغيرة + ١
- (ب) اذا كان عدد مجارى قطب السرعة الصغيرة رقم صحيح وكسر مثل ١٨ مجرى ٤ قطب = $\frac{1}{4}$ مجرى .
- تكون الخطوة = عدد مجارى مجموعة الوجه + ٢
- (ح) فى حالة المتداخلة تحسب أولا قيمة خطوة الملف الأصفر كالاتى :
- خطوة الملف الأصفر = (عدد مجارى المجموعة ÷ ٢) + ٢
- خطوة الملف الثانى = خطوة الأصفر + ٢ وهكذا الباقى الخطوات التى يحدد عددها هو عدد مجارى المجموعة مثلا اذا كان عدد مجارى المجموعة ثلاثة مجارى يكون عدد الخطوات المتداخلة ثلاثة .

أمثلة للأوضاع الساتقة

محرك ثلاثة أوجه ٢٤ مجرى سرعتين (٣٠٠٠ / ١٥٠٠ لفة/دقيقة) .

التقسيم

$$١ - (١) \text{ عدد أقطاب السرعة الكبيرة} = \frac{٢ \times ٦٠ \times ٥٠}{٣٠٠٠} = ٢ \text{ قطب}$$

$$(ب) \text{ عدد أقطاب السرعة الصغير} = \frac{2 \times 60 \times 50}{1000} = 6 \text{ قطب}$$

- ٢ — (أ) عدد مجارى قطب السرعة الكبير = $24 \div 2 = 12$ مجرى
 (ب) عدد مجارى قطب السرعة الصغيرة = $24 \div 4 = 6$ قطب
 ٣ — عدد مجموعات كل وجه = عدد أقطاب السرعة الكبيرة = ٢ مجموعة

$$٤ — \text{ عدد مجارى كل مجموعة لكل وجه} = \frac{24}{3 \times 2} = 4 \text{ مجرى}$$

٥ — نوعية الف جانبيين فى المجرى .

٦ — نوعية الخطوة يحدد إما ثابتة أو متداخلة .

$$٧ — \text{ قيمة الخطوة ثابتة} = 1 + 6 = 7$$

$$\text{قيمة خطوة الملف الأصفر} = (2 \div 4) + 2 = 4 \text{ مجرى}$$

$$\text{خطوة الملف الثانى} = 2 + 4 = 6$$

$$\text{خطوة الملف الثالث} = 2 + 6 = 8$$

$$\text{خطوة الملف الرابع} = 2 + 8 = 10$$

لاحظ أن متوسط هذه الخطوات الأربعة = ٧ وهو قيمة الخطوة الثابتة .

٨ — تحسب قيمة المجرى بالدرجات على أساس مجارى قطب السرعة الكبيرة = $180^\circ \div 12 = 15^\circ$

$$٩ — \text{ بعد بدايات الأوجه} = 120^\circ \div 15^\circ = 8 \text{ مجرى}$$

مثال آخر

محرك ثلاثة أوجه ٣٦ مجرى سرعتين ٧٥٠/١٥٠٠ لفة/دقيقة .

١ — عدد الأقطاب كالاتى بعد الحساب ٨/٤ قطب .

٢ — (أ) عدد مجارى قطب السرعة الكبيرة = $36 \div 4 = 9$ مجرى
 (ب) عدد مجارى قطب السرعة الصغيرة = $36 \div 8 = 4\frac{1}{2}$ مجرى

٣ — عدد المجموعات لكل وجه = ٤ مجموعة

$$٤ - \text{عدد مجارى كل مجموعة} = \frac{٣٦}{٣ \times ٤} = ٣ \text{ مجرى}$$

٥ - نوعية الف جانبيين .

٦ - نوعية الخطوة ثابتة أو متداخلة .

٧ - مقدار الخطوة $= ٣ + ٣ = ٦$ لتواجد الكسر في مجارى القطب .

خطوة الملف الأصغر متداخلة $= (٢ \div ٣) + ٢ = ٣$ يعدل الى ٤ مجرى

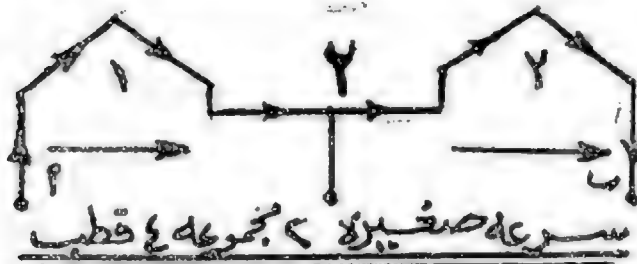
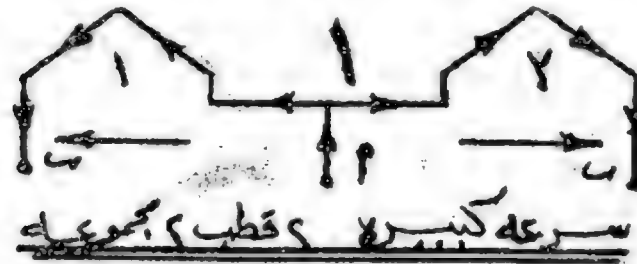
٨ - قيمة المجرى بالدرجات $= ١٨٠ \div ٩ = ٢٠^\circ$

٩ - بعد بدايات الأوجه $= ١٢٠ \div ٢٠ = ٦$ مجرى

بعد حسابات التقسيم السابقة يأتى دور رسم الانفراد وتوصيل المجموعات لكل وجه وتوصيل الأوجه مع بعضها ثم توصيل المحرك على التيار واخذ كل سرعة من سرعتين مع تطبيق القانون الخاص بتغيير كل من مساحة مقطع السلك وعدد لفات الملف .

عندما يكون المحرك $٤/٢$ قطب يكون عدد مجموعات الوجه اثنين
وعندما يكون $٨/٤$ قطب يكون عدد مجموعات الوجه أربعة ولكل حالة توصيل خاص للمجموعات .

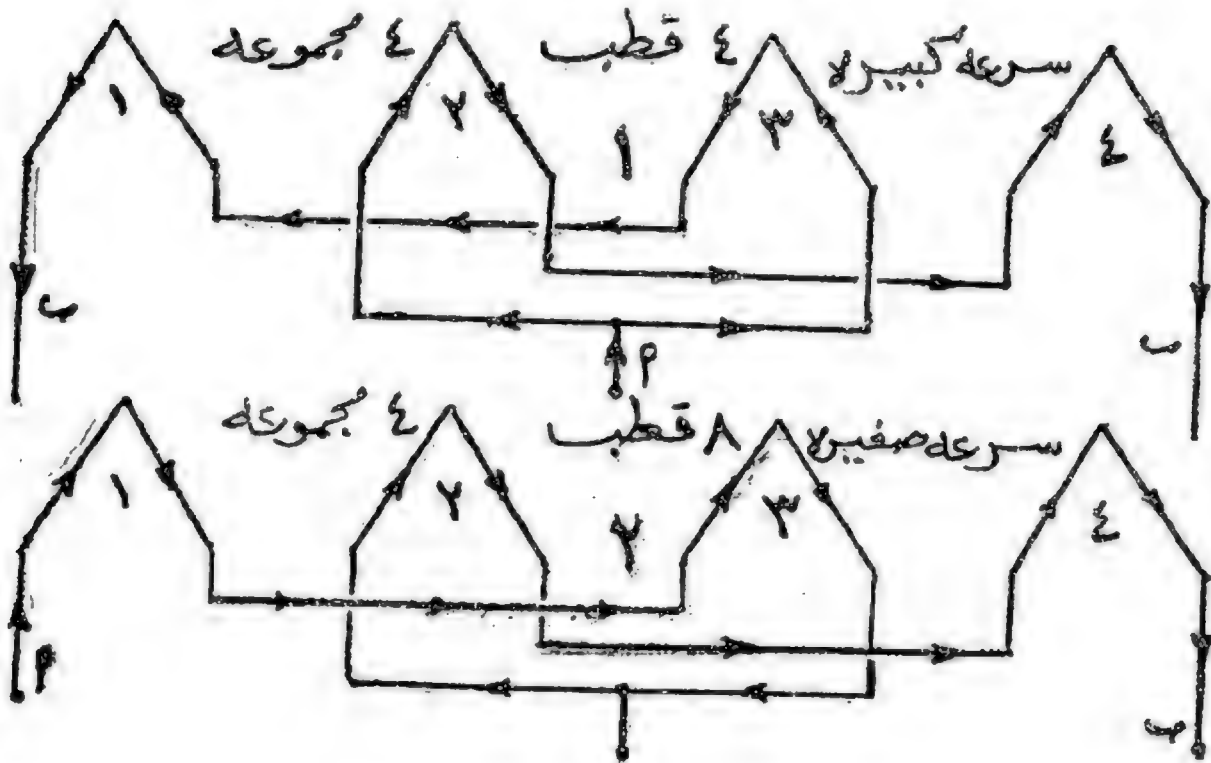
توصيل مجموعتين للسرعة الصغيرة والكبيرة



عندما يكون للوجه أربعة مجموعات لابد من تحويلها الى مجموعتين
ابداً بنهاية المجموعة الاولى لكل وجه ثم وصل نهايتها مع بداية المجموعة
الثالثة بحيث تعتبر المجموعة الاولى والثالثة كأنها مجموعة واحدة ثم
وصل نهاية المجموعة الثانية مع بداية المجموعة الرابعة وكأنها المجموعة
الثانية ثم وصل نهاية المجموعة الثالثة مع بداية المجموعة الثانية وأخرج
طرف الوسط .

في الرسم رقم (١) دخول التيار من (أ) وله اتجاهين ويكون أربعة
أقطاب وأربعة مجموعات .

في الرسم رقم (٢) دخول التيار من (أ) وله اتجاه واحد فيكون أربعة
مجموعات وثمانية أقطاب مع عدم استعمال طرف الوسط .
توصيل أربعة مجموعات للسرعة الصغيرة والكبيرة



توصيل الأوجه داخل المحرك

للغات الأوجه الثلاثة توصيل آخر داخل المحرك يسمى بتوصيل
الدلتا الداخلية أو النجمة الداخلية كالآتي :

- الدلتا الداخلية : وصل نهاية الوجه الثانى مع بداية الوجه الأول .
- وصل نهاية الوجه الثالث مع بداية الوجه الثانى .
- وصل نهاية الوجه الأول مع بداية الوجه الثالث .

أخرج من وصلة كل وجهين طرف يعتبر رأس دلتا وأعطى الوصلة
الأولى حرف (u) والوصلة الثانية حرف (v) والثالثة (w)
وعلى هذا يكون للمحرك ستة أطراف ثلاثة وسط (x, y, z) وثلاثة
رؤوس دلتا (u, v, w) تخرج خارج المحرك لتوصيلها مع التيار
خاصة للحصول على كل من السرعتين .

النجمة الداخلية : وصل نهاية كل من الوجوه الأول والثانى والثالث
مع بعضها وأخرج طرف هو طرف نقطة النجمة
وأعطى بداية الأول (u) وبداية الثانى (v)
والثالث (w) وأطراف الوسط (x, y, z)

وعلى هذا يكون للمحرك سبعة أطراف ثلاثة أطراف بدايات وثلاثة
أطراف وسط ثم طرف نقطة النجمة تخرج هذه الأطراف السبعة الى
خارج المحرك لتوصيلها مع أطراف التيار بالطريقة التى تحصل منها على
كل من السرعتين .

توصيل الأطراف خارج المحرك

للحصول على السرعة الصغيرة فى حالة الدلتا الداخلية وصل أطراف
الينبوع الثلاثة مع أطراف رؤوس الدلتا الثلاثة مع ترك أطراف الوسط
دون أى توصيل .

للحصول على السرعة الكبيرة في حالة الدلتا الداخلية وصل أطراف
الينبوع الثلاثة مع أطراف الوسط الثلاثة مع قصر أو قفل أطراف رؤوس
الدلتا الثلاثة مع بعضها وفي هذه الحالة نكون نجمة مزدوجة يترتب
عليها تغيير قطر السلك وعدد لفات الملف وبهذا يتم تنفيذ قانون تغيير
السرعة الى سرعة أخرى وما يتبعها من تغيير كل من قطر السلك
وعدد لفات الملف .

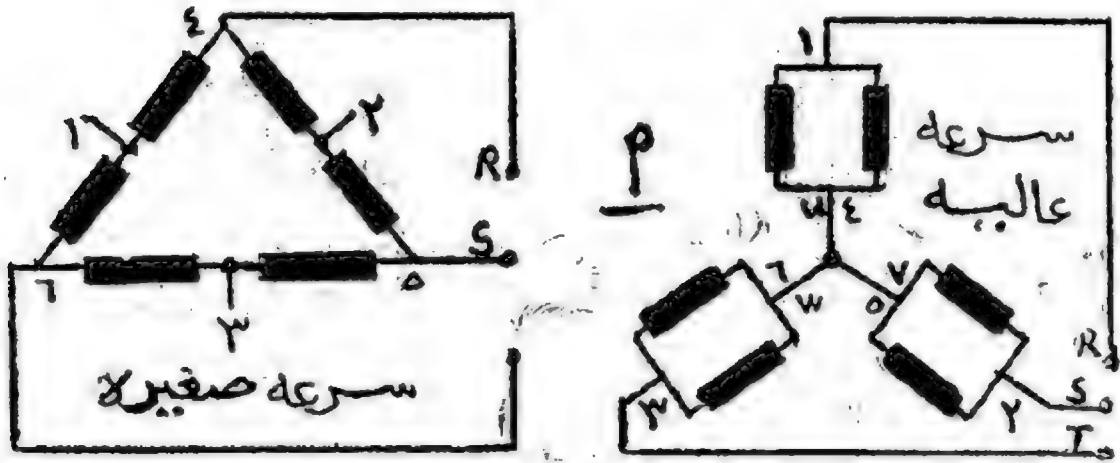
اما في حالة النجمة الداخلية للحصول على السرعة الصغيرة توصل
أطراف الينبوع الثلاثة مع بداية الأوجه الثلاثة مع ترك كل من أطراف
الوسط وطرف نقطة النجمة دون أى توصيل .

للحصول على السرعة الكبيرة في حالة النجمة الداخلية وصل أطراف
الينبوع الثلاثة مع أطراف الوسط الثلاثة ثم وصل أطراف البدايات الثلاثة
مع طرف نقطة النجمة وفي هذه الحالة نكون النجمة المزدوجة التى
يترتب عليها تنفيذ قانون تغيير كل من قطر السلك وعدد لفات الملف .

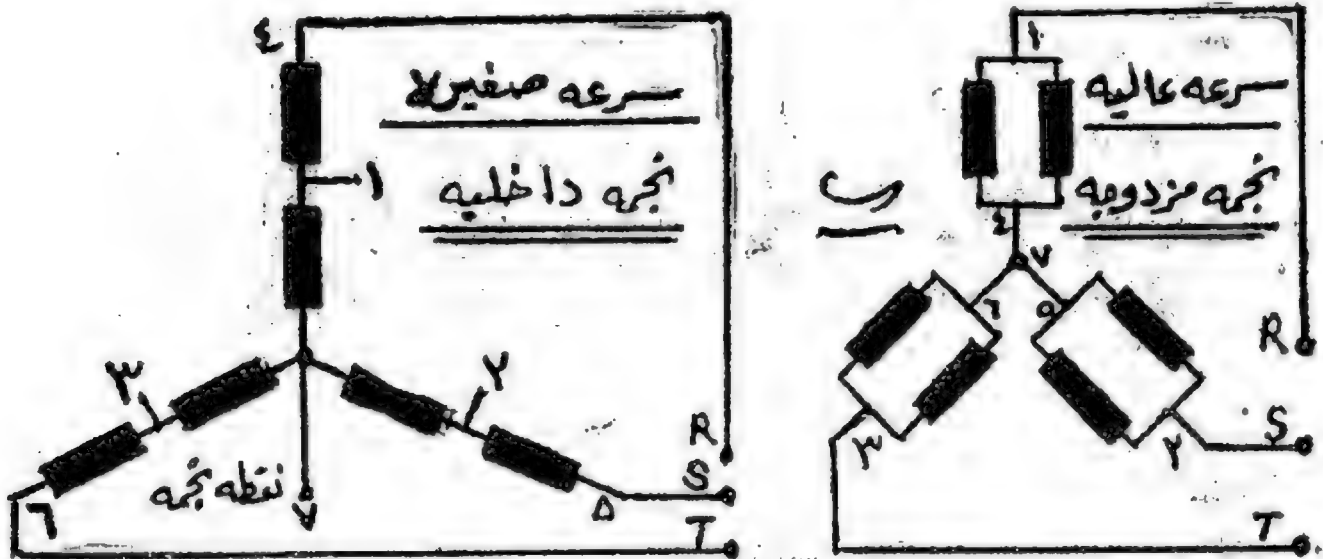
في الرسومات الآتية الأرقام (١ ، ٢ ، ٣) هي أطراف الوسط
وهي (X , Y , Z) والأرقام (٤ ، ٥ ، ٦) هي اما رؤوس الدلتا أو أطراف
بدايات الأوجه وهي (U , V , W) ورقم (٧) طرف نقطة النجمة .

كما أن الرسومات الآتية تبين توصيل الدلتا الداخلية والنجمة
المزدوجة خارجيا وكذا النجمة الداخلية والنجمة المزدوجة خارجيا .

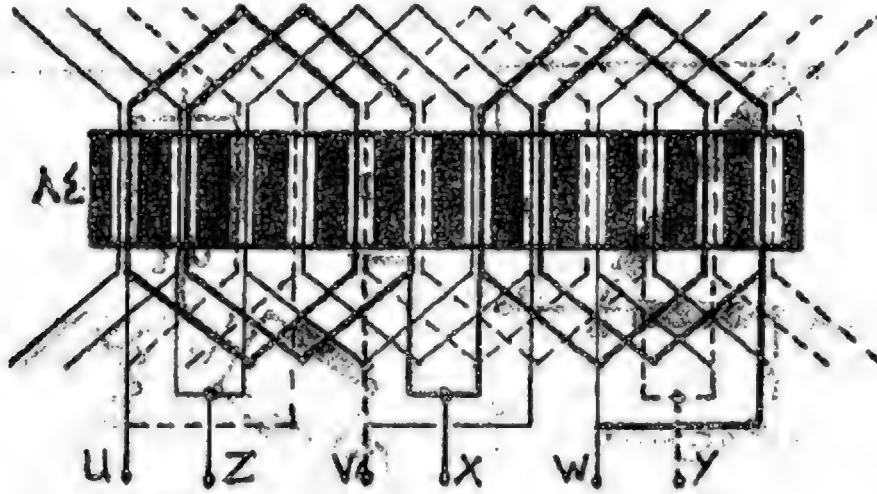
توصيل المجموعات والأوجه دلتا داخلية للسرعة الصغيرة ونجمة مزدوجة خارج المحرك للسرعة الكبيرة وعدد الأطراف ستة ثلاثه رؤوس دلتا وثلاثة وسط .



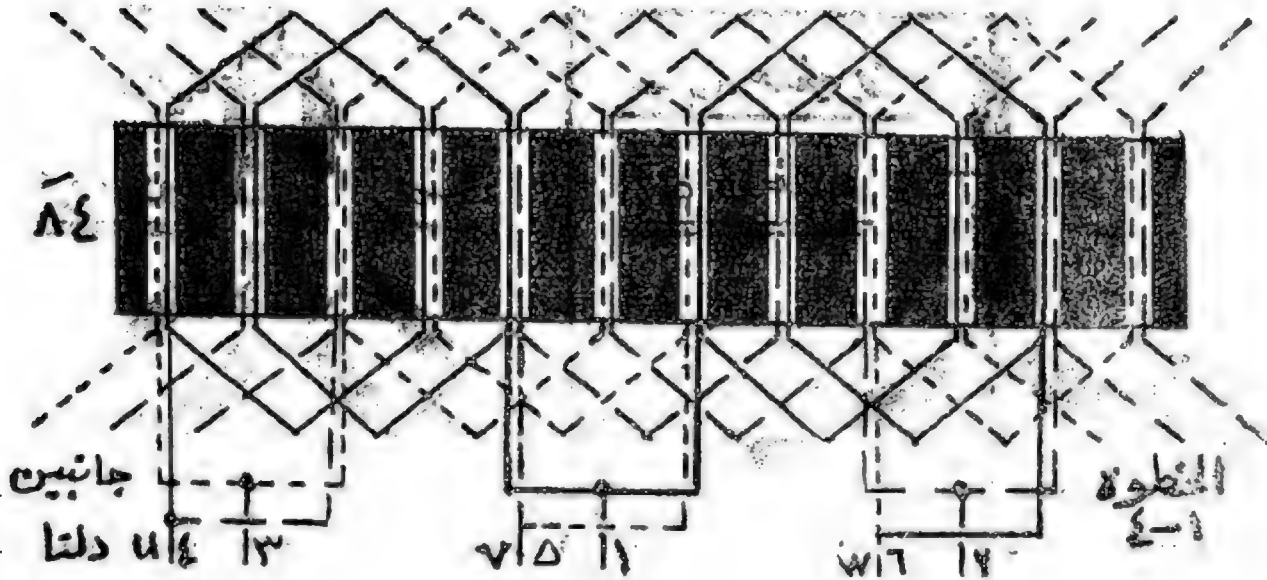
توصيل المجموعات والأوجه نجمة داخلية للسرعة الصغيرة ونجمة مزدوجة خارج المحرك للسرعة الكبيرة وعدد الأطراف سبعة ثلاثة بدايات وثلاثة وسط وواحد نقطة نجمة .



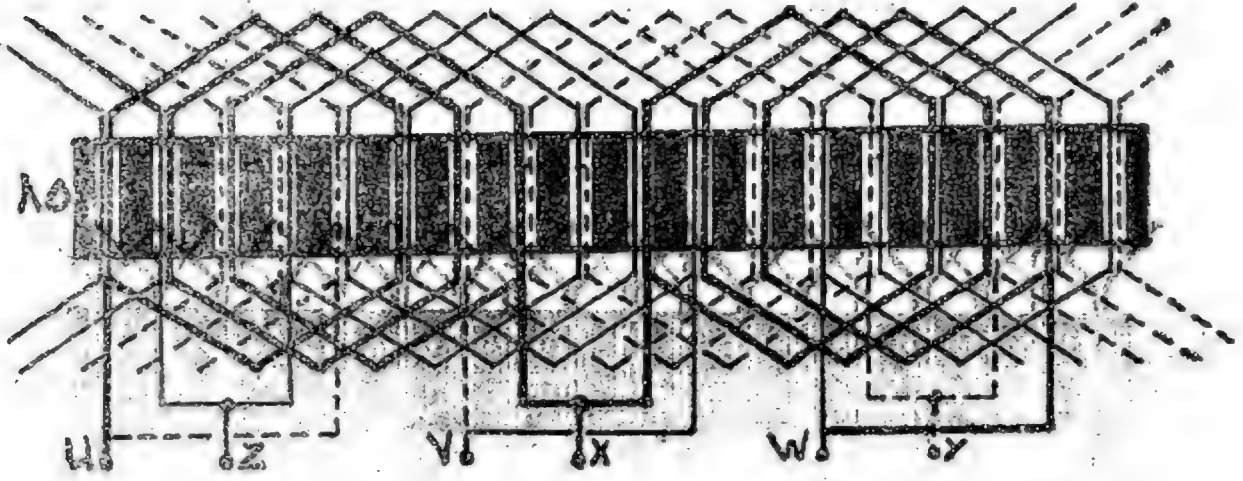
محرك ثلاثة أوجه ١٢ مجرى سرعتين خطوة لف (١ - ٥) $\frac{4}{2}$ قطب
يمكن اعتبار (١ ، ٢ ، ٣) وهي أرقام الدلتا الداخلي (u. v. w)
واعتبار (٤ ، ٥ ، ٦) وهي أرقام الوسط للسرعة الكبيرة
(X. Y. Z.)



محرك ثلاثة أوجه ١٢ مجرى $\frac{4}{2}$ قطب جانبيين في هذا المحرك
الخطوة (١ - ٤) على أساس عدد مجرى قطب السرعة الصغيرة
(٣) $\div 1 = 4$ والتوصيل دلتا داخلية يمكن جعلها نجمة داخلية مع اخراج
سبعة أطراف حسب الشرح السابق .



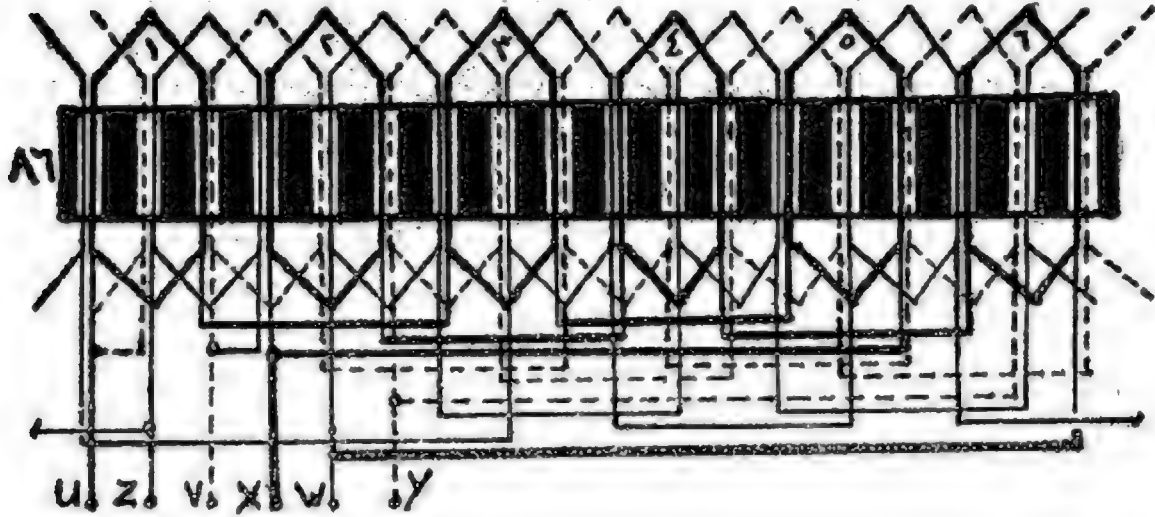
محرك ثلاثة أوجه ١٨ مجرى سرعتين خطوة لكف (١ - ٦) $\frac{4}{2}$ قطب



في هذا المحرك عدد مجارى قطب السرعة المسفيرة به كسر وهو $\frac{4}{2}$ مجرى وعلى هذا تحسب قيمة خطوة الملف على اساس عدد مجرى المجموعة وهو $3 + 3 = 6$ وفي حالة المتداخلة يكون الملف الأسفيرة $3 \frac{1}{2} = 2 + (2 \div 3) =$ المجرى والثاني ٦ والثالث ٨ والمتوسط 6 وهو قيمة الخطوة الثابتة .

محرك ثلاثة أوجه ١٨ مجرى سرعتين خطوة لـ (١ — ٣) قطب ١٢/٦
وعدد مجموعات كل وجه ٦ مجموعة وفي هذه الحالة يكون توصيل
(١ ، ٢ ، ٥) كمجموعة وتوصيل (٢ ، ٤ ، ٦) كمجموعة ثم توصيل النهاية
(٥) مع بداية (٢) لإخراج طرف الوسط .

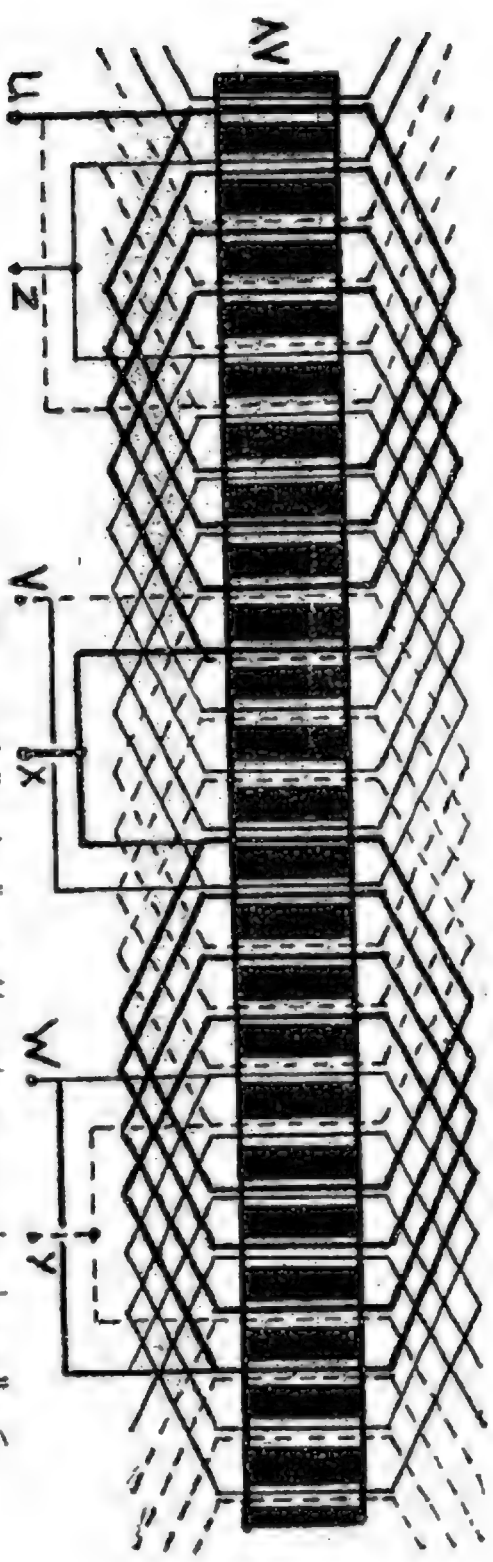
ينفذ في جميع ملفات المجموعة للأوجه الثلاثة مع مراعاة البداية .



يختلف توصيل مجموعات الوجه في حالة ٤/٢ قطب عن ٨/٤ قطب
عن ١٢/٦ قطب وذلك للحصول على مجموعتين فقط مما كان عدد مجموعات
الوجه ويمكن الحصول على المجموعتين في حالة ٨/٤ قطب ، ١٢/٦ قطب
وذلك عن طريق توصيل المجموعات ذات الرقم الفردي مع بعضها مكونة
مجموعة والمجموعات ذات الرقم الزوجي مع بعضها مكونة مجموعة ثم توصيل
المجموعتين مع بعضها للحصول على طرف الوسط وذلك بتوصيل نهاية
المجموعات الفردية مع بداية المجموعات الزوجية وإخراج طرف من هذه
الوصلة .

محرك ثلاثة أوجه ٢٤ مجرى سرعتين خطوة لف (١ - ٧) ثابتة
 ٤/٢ قطب وعدد مجموعات كل وجه ٢ مجموعة

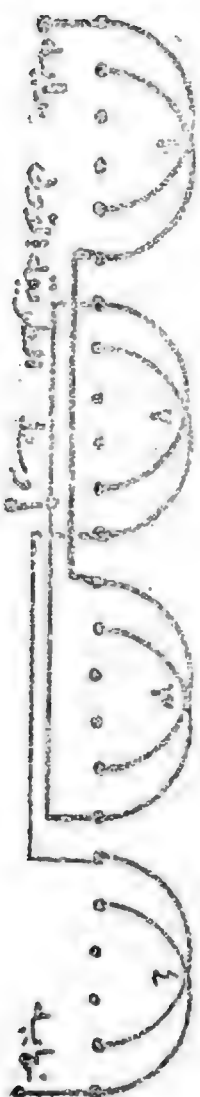
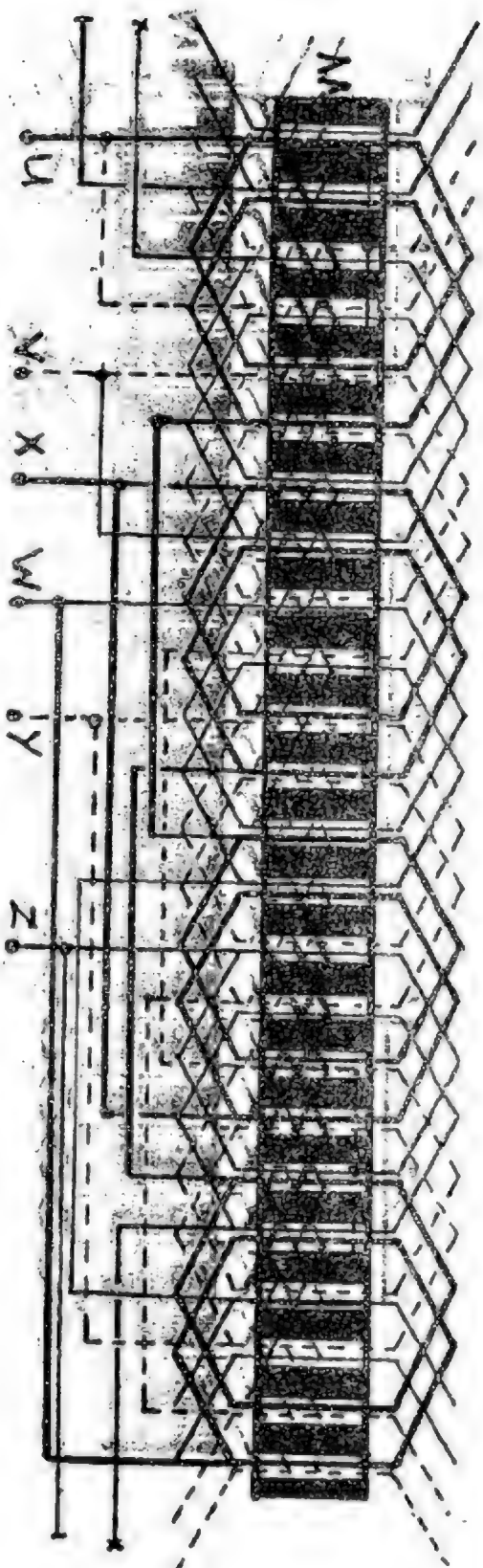
الف جانبيين



يمكن الحصول على عدد مجارى المجموعة بطريقة اخرى كالآتى :

$$\begin{aligned} \text{عدد مجارى المحرك} &= \frac{24}{2 \times 3} = 4 \\ \text{عدد مجارى كل مجموعة} &= \frac{24}{2 \times 3} = 4 \\ \text{عدد مجارى قطب السرعة الصغيرة} &= 1 + 1 = 2 \\ \text{عدد مجارى قطب السرعة الكبيرة} &= 1 + 1 = 2 \end{aligned}$$

محرك ثلاثة أوجه ٢٤ مجرى سرعتين خطية لف (١ — ٥) $\lambda/4$ تغيب
 وعدد مجموعات كل وجه ٤ مجموعة توصل على أساس (١ — ٢) مجموعة
 (٢ — ٤) مجموعة ثم يوصل نهاية (٣) مع بداية (٢) ويخرج طرف الوسط .
 يمكن التنفيذ الجانبيين ١ — ٤ ثابتة أو متحركة ١ — ٣ — ٥ جانبيين



محرك ثلاثة أوجه ٢٤ مجرى ٨/٤ قطب جانبيين متداخلين

٢٤

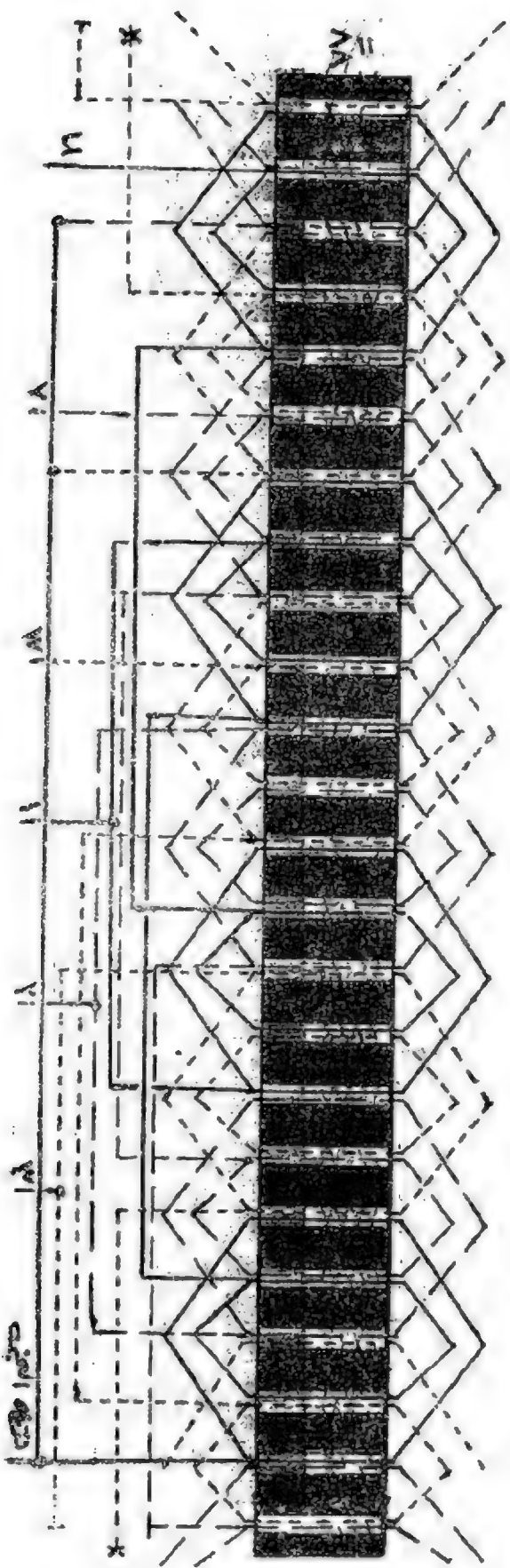
$$\text{عدد مجارى المجموعة} = \frac{2 = \text{مجرى}}{2 \times 4}$$

خطوة اللف الاصغر = $(2 \div 2) + 2 = 3$ مجرى

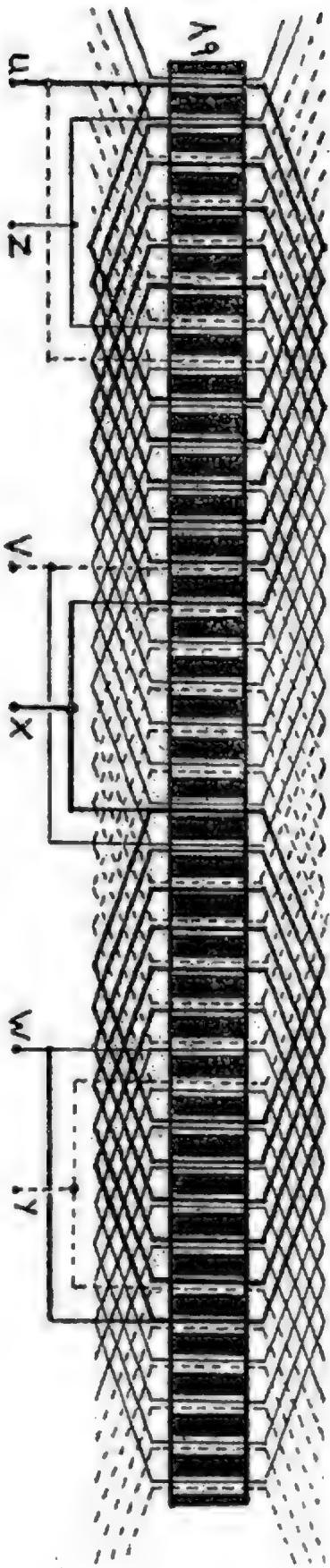
خطوة اللف الثانى = $3 + 2 = 5$ مجرى

المحرك له سبعة اطراف توصيل (W-V-U) مع التيار بسرعة صغيرة

توصل (١، ٢، ٣) مع التيار مع توصيل (U-V-W) مع نقطة النجمة بسرعة كبيرة



محرك ثلاثة أوجه ٣٦ مجرى سرعتين خطوة لف (٩ - ١) ٤/٢ قلب
عدد مجموعات كل وجه ٢ مجموعة
في هذا المحرك يمكن جعل الخطوة (١ - ١٠) مجارى قلب السرعة الصغيرة ١

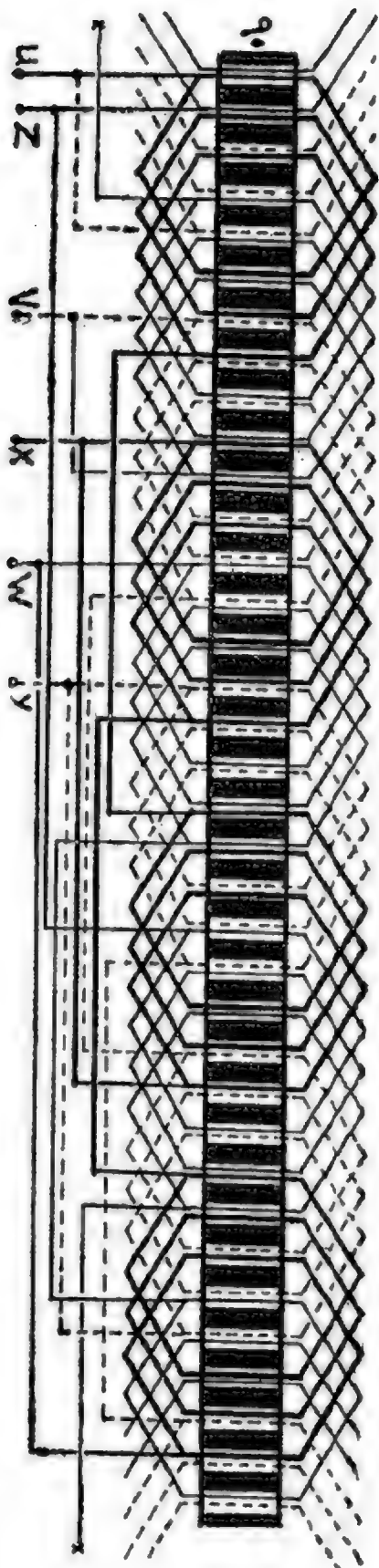


٢١٨ - ١

يمكن لف هذا المحرك على أساس خطوة متداخلة جانبي باعتبار عدد مجارى المجموعة = $\frac{٣٦}{٢ \times ٢}$ ٢ مجرى

خطوة الملف الأصفر = (عدد مجارى المجموعة $\div ٢$) + ٢ = ٢ + (٢ $\div ٢$) = ٢ + ١ = ٣ مجرى والخامس ١١ مجرى والرابع ٩ مجرى والثالث ٩ مجرى والثاني ٧ مجرى
والتك ٩ مجرى والرابع ١١ مجرى والخامس ١٥ مجرى بمتوسط ١ - ١٠ .

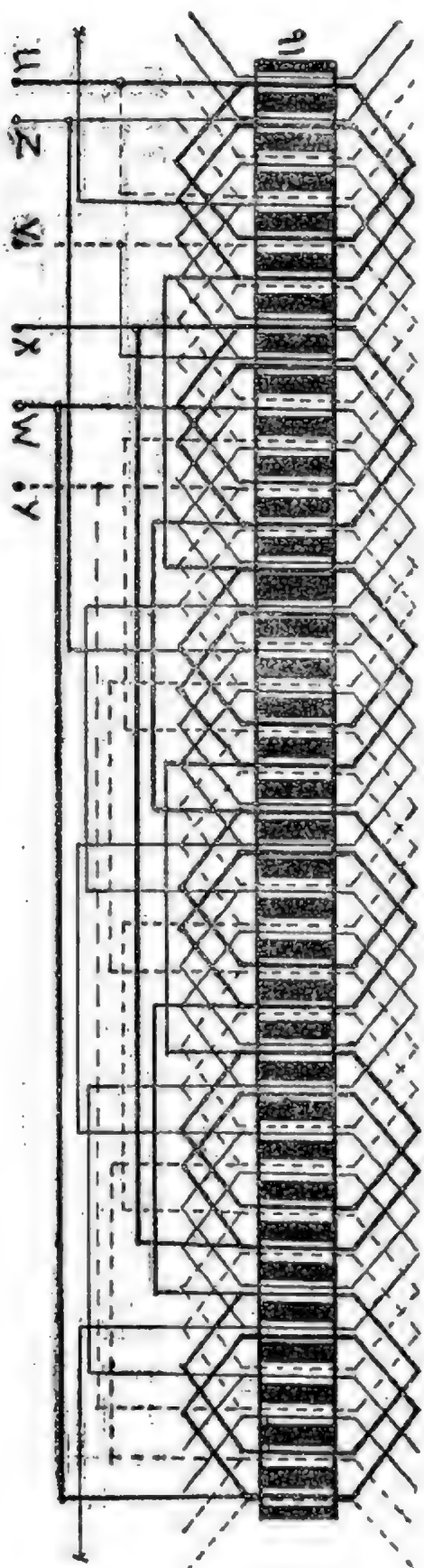
محرك ثلاثة أوجه ٣٦ مجرى سرعتين خطوة لف (١ - ٦) ٨/٤ مجرى
 وعدد مجموعات كل وجه ٤ مجرسة توصل كما سبق شرحه
 يمكن تنفيذ اللف متداخلة ٤ - ٦ - ٨ نجمة داخلية



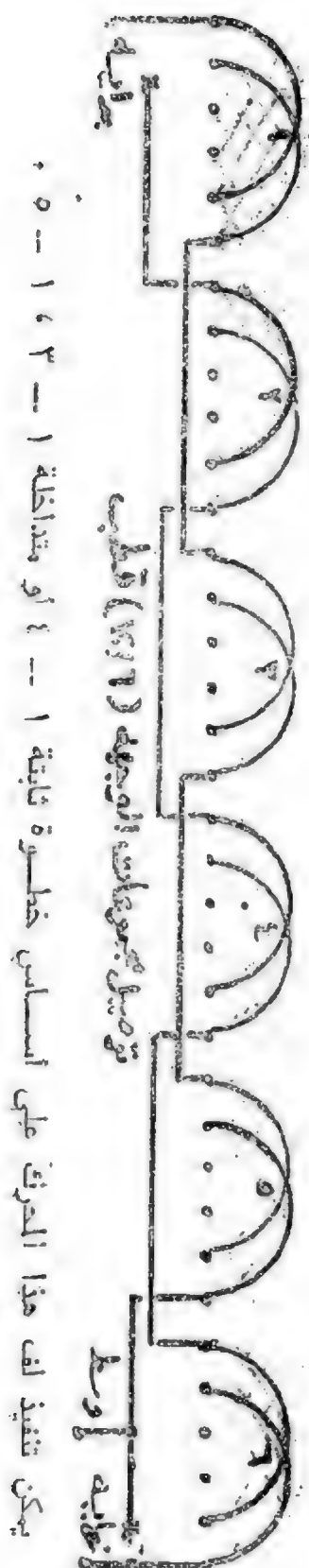
$$\text{عدد مجرى المجموعة} = \frac{36}{3 \times 3} = 4 \text{ مجرى}$$

خطوة اللف ثابتة = عدد مجرى المجموعة + ٣ = ٦ مجرى لتواجد كسر
 في عدد مجرى قطب السرعة الصغيرة الذي تحسب عليه قيمة الخطوة + ١
 حساب خطوة اللف الاصغر متداخلة = (٣ ÷ ٢) + ٢ = ٣ ١/٢ تعدل ٤

محرك ثلاثة أوجه ٣٦ مجرى سرعتين خطوط إنت (١ - ٥ - ١٢/٦ قطب
عدد مجموعات كل وجه ٦ مجموعة توصيل كلها سبق شرحه



— ٢٢٠ —



يمكن تنفيذ هذا المحرك على أساس خطوط ثابتة ١ - ٢ - ٣ - ٤ - ٥ - ٦ - ٧ - ٨ - ٩ - ١٠ - ١١ - ١٢ - ١٣ - ١٤ - ١٥ - ١٦ - ١٧ - ١٨ - ١٩ - ٢٠ - ٢١ - ٢٢ - ٢٣ - ٢٤ - ٢٥ - ٢٦ - ٢٧ - ٢٨ - ٢٩ - ٣٠ - ٣١ - ٣٢ - ٣٣ - ٣٤ - ٣٥ - ٣٦

تقسيم محركات ثلاثة أوجه

ثلاث سرعات

بعد التعرف على طريقة تقسيم وتوصيل محركات التيار المتغير التي تعمل على ثلاثة أوجه وتعطى سرعتين ينتقل بعد ذلك الى نفس المحركات ولكن لكي تعطى ثلاثة سرعات .

عند تقسيم هذه المحركات واعدادها للف الملفات الخاصة بسرعات المحرك الثلاث نجد أن عملية التقسيم هي العملية المتبعة في حالة السرعتين من حيث البيانات المطلوبة وتنفيذ القوانين وقد يتبين هذا عند اتباع الآتى :

١ — أوجد عدد مجارى المحرك الكلية .

٢ — معرفة سرعات المحرك الثلاثة وتحويل كل منها الى ما يقابلها من عدد الأقطاب .

٣ — معرفة عدد مجموعة الوجه الواحد = عدد أقطاب السرعة الصغيرة بـ ٢ = مجموعة .

٤ — معرفة عدد ملفات المجموعة الواحد =

عدد المجارى الكلية $\times ٢$

== $\frac{\text{عدد أقطاب السرعة الصغيرة} \times ٣}{\text{ملف}}$

٥ — خطوة الف = عدد ملفات المجموعة الواحدة + ٣ = مجرى

مثال

محرك ثلاثة أوجه يحتوى على ٢٤ مجرى تعطى سرعات مقدارها (٧٥٠ ، ١٤٢٥ ، ٢٨٥٠) لفة/دقيقة يراد تقسيمه واعادة لفة .

التقسيم

السرعة الأولى (٧٥٠) لفة/دقيقة = ٨ قطب

السرعة الثانية (١٤٢٥) لفة/دقيقة = ٤ قطب

السرعة الثالثة (٢٨٥٠) لفة/دقيقة = ٢ قطب

عدد مجموعات كل وجه = $٨ \div ٢ = ٤$ مجموعة .

$$\text{عدد ملفات المجموعة الواحدة} = \frac{2 \times 24}{3 \times 8} = 2 \text{ ملف}$$

$$\text{خطوة اللف} = 2 + 3 = 5 - 1 = 4 \text{ مجرى}$$

مثال آخر

محرك ثلاثة أوجه يحتوى على ٣٦ مجرى يعطى سرعات مقدارها (٧٠٠ ، ١٤٠٠ ، ٢٨٠٠) لفة/دقيقة يراد تقسيه واعادة لفة .

التقسيم

$$\text{السرعة الاولى (٧٠٠) لفة/دقيقة} = 8 \text{ قطب}$$

$$\text{السرعة الثانية (١١٤٠) لفة/دقيقة} = 4 \text{ قطب}$$

$$\text{السرعة الثالثة (٢٨٠٠) لفة/دقيقة} = 2 \text{ قطب}$$

$$\text{عدد مجموعات الواحد} = 8 \div 2 = 4 = 4 \text{ مجموعة .}$$

$$\text{عدد ملفات المجموعة الواحدة} = \frac{2 \times 36}{3 \times 8} = 3 \text{ مجموعة}$$

$$\text{خطوة اللف} = 3 + 3 = 6 - 1 = 5 \text{ مجرى}$$

بعد عملية التقسيم السابقة لاي محرك يحتوى على ثلاثة سرعات نبدا في عملية اعداد الملفات على اساس جانبان في المجرى ويكون مساحة مقطع السنك وعدد لفات الملف على اساس ان المحرك سرعة واحدة وهى السرعة الصغيرة .

عند اسقاط الملفات نبدا بملفات المجموعة الاولى الوجه الاول ونعطى لبدايتها رقم (A 1) ونهايتها رقم (B 1) ثم اعطى للمجموعة التى تليها وهى لوجه آخر عند اسقاطها البداية (A 2) والنهاية (B 2) وهكذا المجموعة الثالثة عند اسقاطها بدايتها (A 3) ونهايتها (B 3) استمر في هذا التسلسل للأرقام والمجموعات عند اسقاطها حتى تنتهى كل المجموعات . وبذلك نجد في حالة المحرك (٨/٤/٢) قطب سواء كان ٢٤ مجرى أو ٣٦ مجرى يخرج لنا اثني عشر طرفا بداية واثني عشر طرفا نهاية — اخرج هذه الاطراف جميعها الى علبة التوزيع حيث لا يوجد توصيل مجموعات داخل المحرك كما هو الحال في السرعين .

توصيل ارقام المجموعات

في هذا التقسيم تخرج جميع بدايات ونهايات المجموعات الى خارج المحرك حاملة ارقامها وعن طريق التوصيل لهذه الارقام وبعضها يمكن الحصول على السرعات المطلوبة حسب الآتى :

للحصول على السرعات في حالة (٢ / ٨٤ /) قطب

توصيل المجموعات لتشغيل المحرك على (٢ قطب) (٢٨٠٠ لفة/دقيقة) .

(B 1 مع A 7, B 7 مع B 2, A 2 مع B 8)

الوجه الثانى وصل الارقام الآتية مع بعضها

(B 5 مع A 11, B 11 مع A 6 B 6 مع B 12)

الوجه الثالث وصل الارقام الآتية مع بعضها

(B 4 مع A 10, B 10 مع B 3, A 3 مع B 9)

اطراف رعوس الدلتا وهى اطراف توصيل التيار

(A 4 مع A 1 طرف R (A 5 مع A 8 طرف S (A 9 مع A 12 طرف T

توصيل المجموعات لتشغيل على (٤ قطب) (١٤٠٠ لفة/دقيقة)

الوجه الأول وصل الارقام الآتية مع بعضها

(A 7 مع B 1) , (B 4 مع A 10)

الوجه الثانى وصل الارقام الآتية مع بعضها

(B 5 مع A 11) , (A 2 مع B 8)

الوجه الثالث وصل الارقام الآتية مع بعضها

(B 3 مع A 9) , (A 12 مع B 6)

توصيل نقطة النجمة المزدوجة

(A 1 مع B 10 مع A 5 مع B 2 مع A 3 مع A 12)

اطراف توصيل التيار

(B 7, A 4 طرف R (A 8 مع B 11 طرف S (A 6 مع B 9 طرف T

توصيل المجموعات لتشغيل المحرك على (٨ قطب) (٧٠٠ لفة/دقيقة)

الوجه الأول وصل الأرقام الآتية مع بعضها

(A 2 مع A 8, B 8 مع A 11, B 11 مع B 5)

الوجه الثانى وصل الأرقام الآتية مع بعضها

(B 1 مع A 7, R 7 مع A 4, B 4 مع A 10)

الوجه الثالث وصل أرقام الآتية مع بعضها

(B 3 مع A 9, B 9 مع A 6, B 6 مع A 12)

توصيل نقطة النجمة

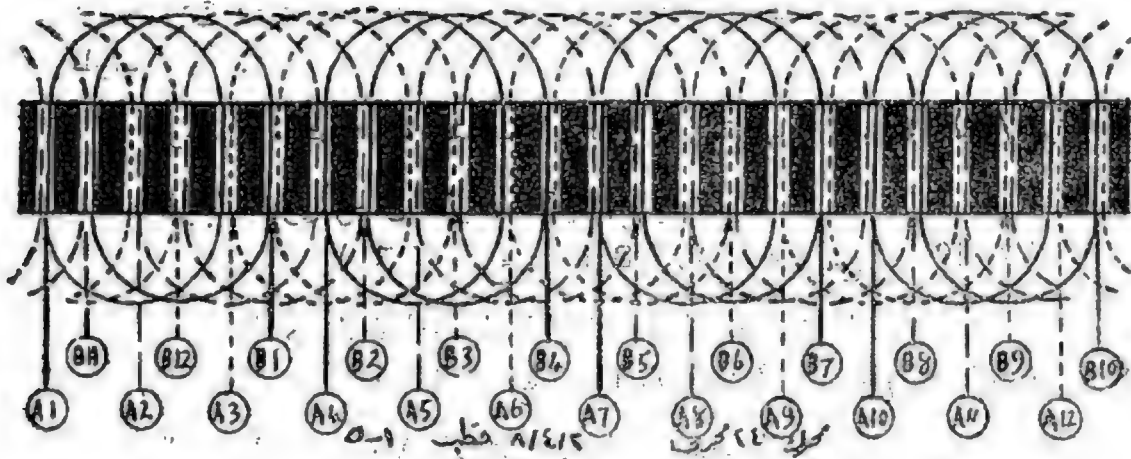
(A 1 مع A 3 مع A 5)

أطراف توصيل التيار

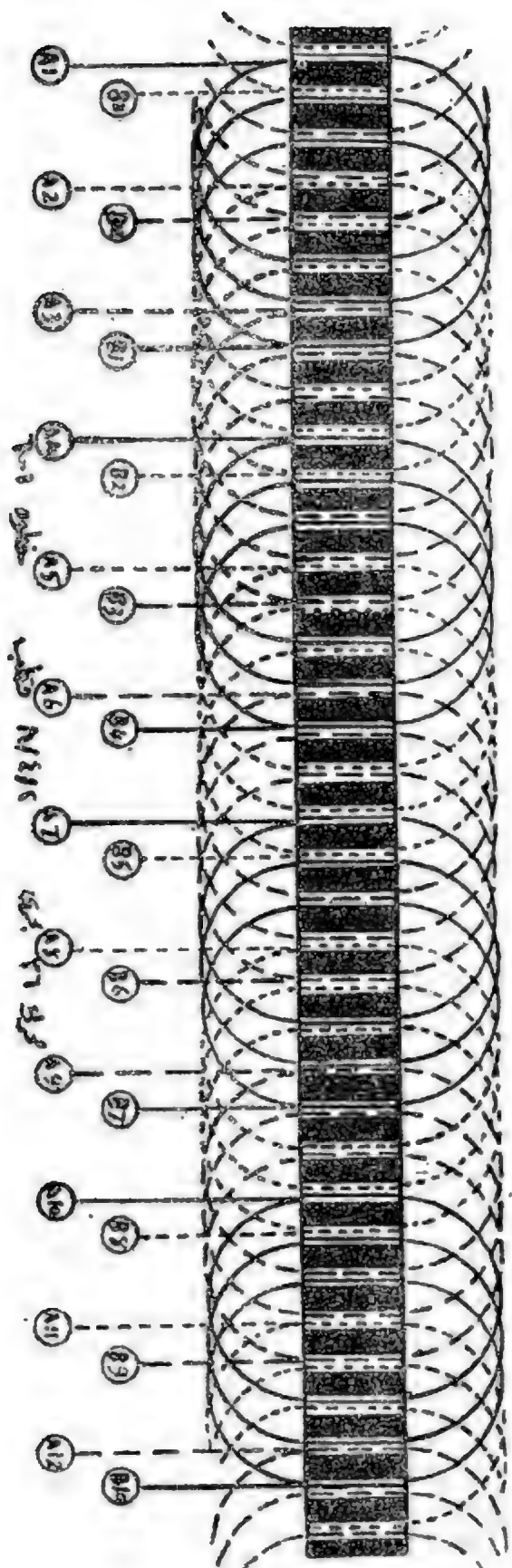
(B 2) طرف R (B 10) طرف S (B 12) طرف T

انفراد لف محرك ٣ أوجه ٣٦ مجرى ٣ سرعات

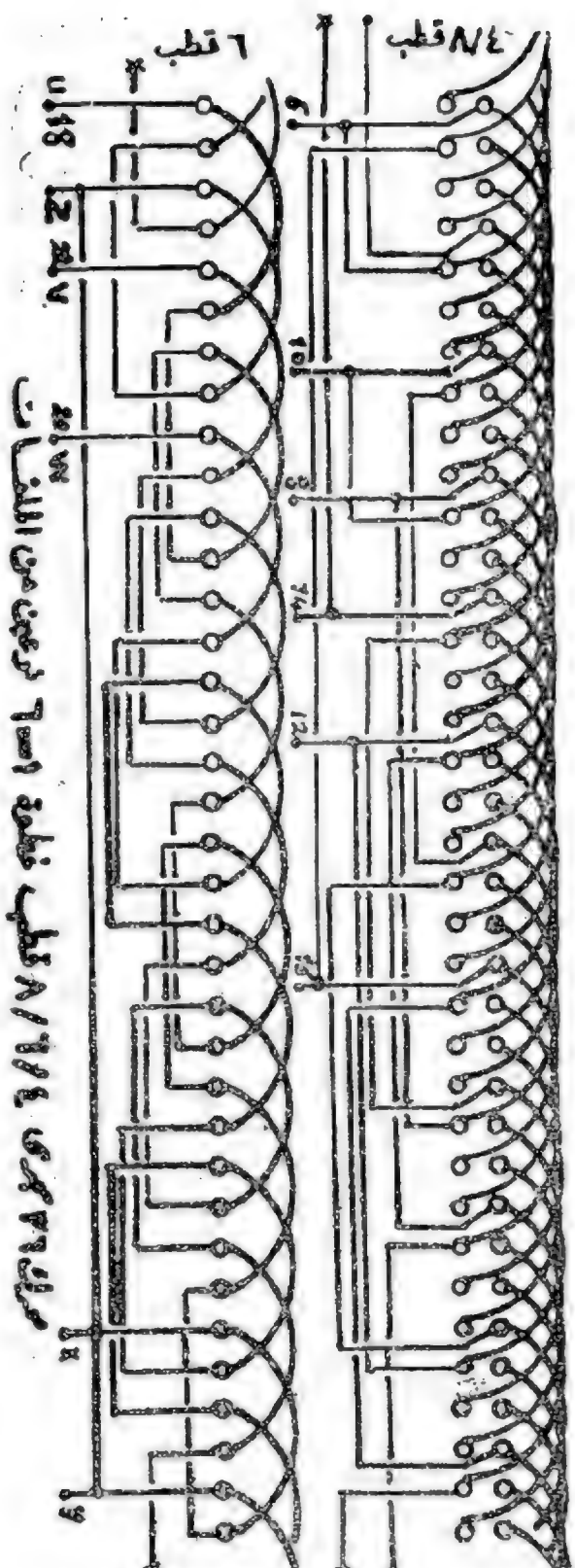
٨/٤/٢ قطب



انفراد لف محرك ٣ أوجه ٣٦ مجرى ٣ سرعات
 تطبيق $N/4/2$
 اتباع في تنفيذ هذا المحرك كل ما جاء في المحرك السابق



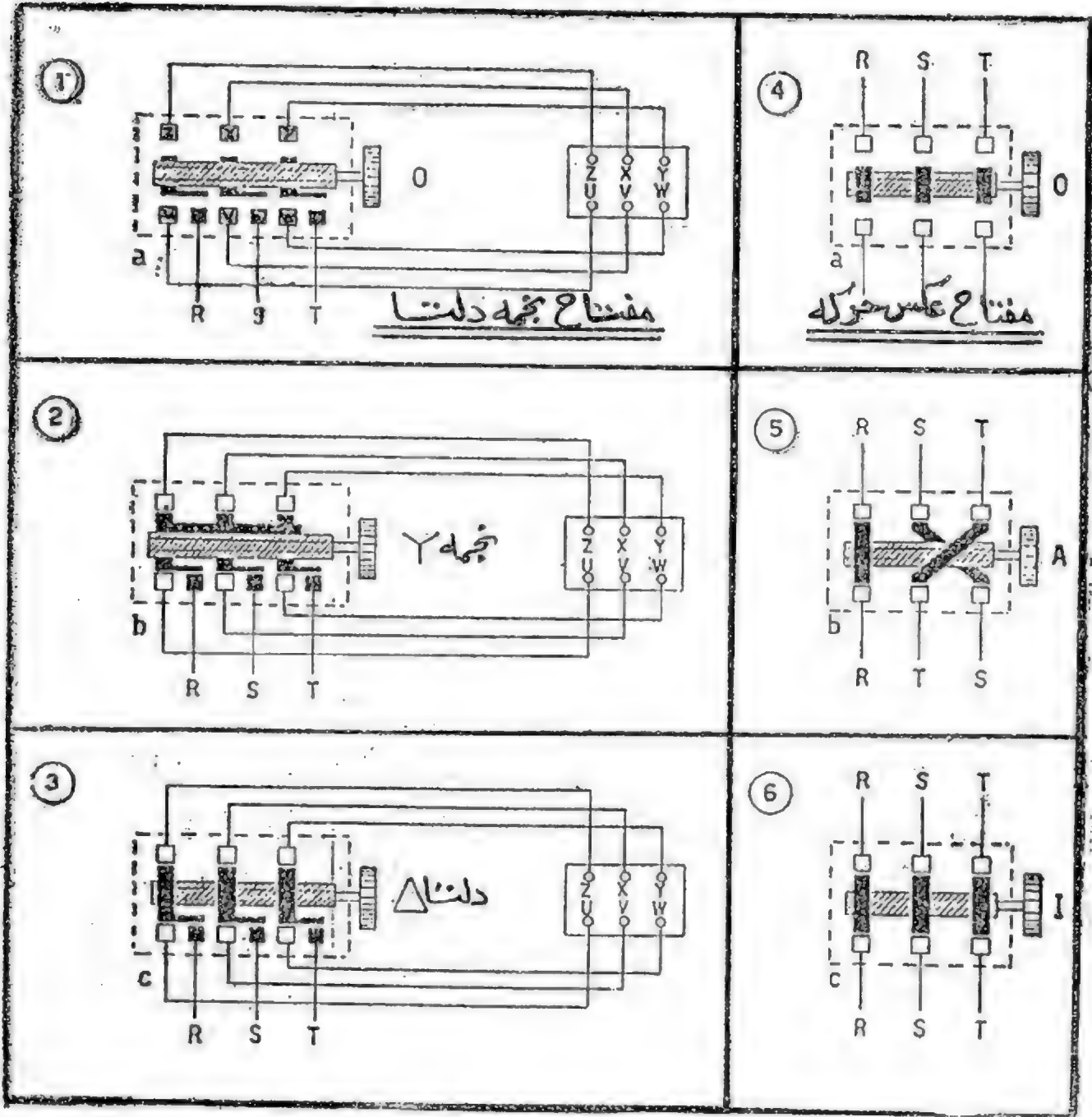
محرك يهتري على ٣٦ مجرى ثلاث سرعات
 $8/6/4$ قطب خطوة اللف ١ — ٦ ثابته أجمع الثالث



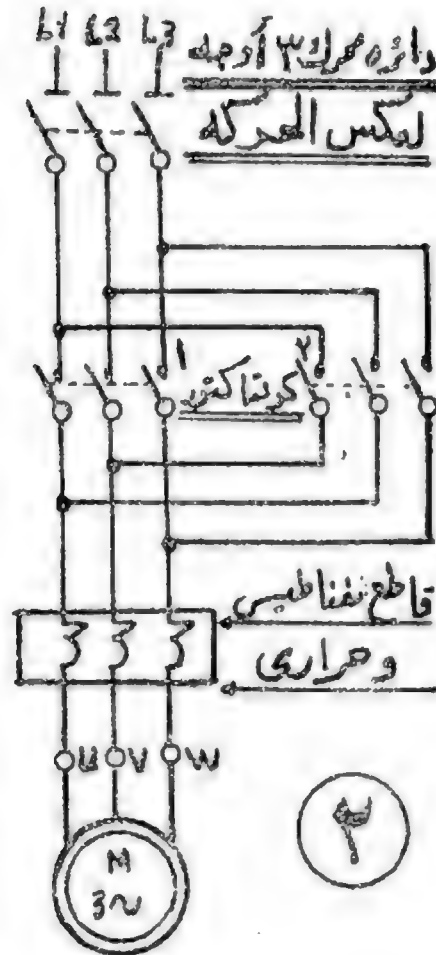
هذا المحرك يعتبر محركين داخل جسم واحد الأول سرعتين $8/4$ والثاني
 سرعة واحدة وهي ٦ قطب تنفذ عادى إما $8/4$ قطب تنفذ حسب السرعات .

دوائر التشغيل والتحكم

في دوائر القوى يستعمل للتشغيل أو التحكم الكونكتورات أو المفاتيح الأتوماتيكية أو اليدوية سواء المستعمل فيها قواطع حرارية أو مغناطيسية أو حرارية ومغناطيسية معا والرسومات الآتية تبين مختلف هذه الدوائر .

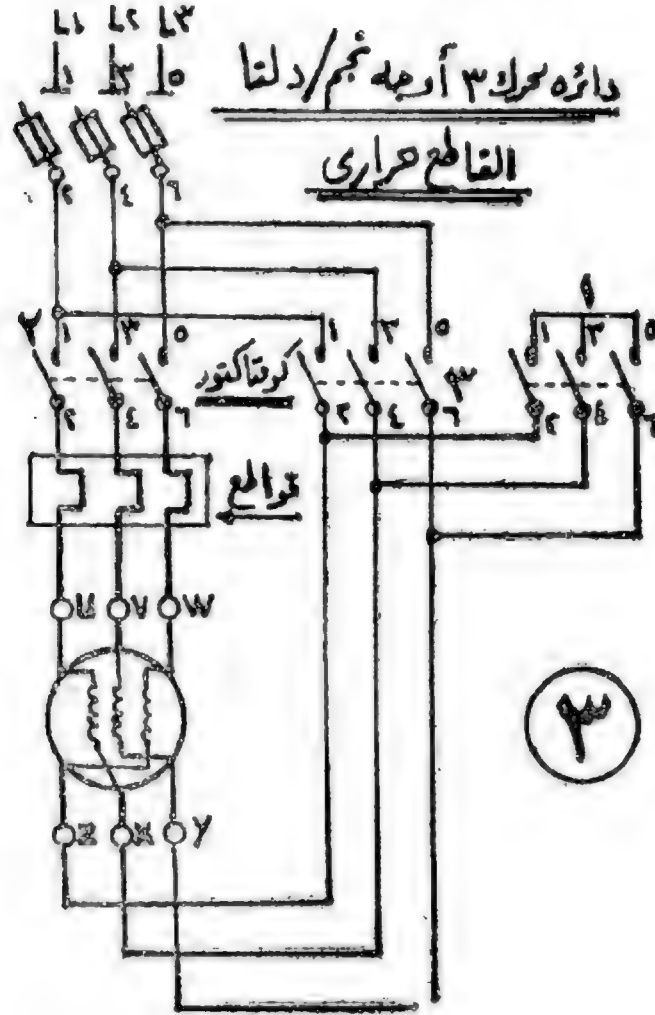


دائرة لعكس حركة محرك ثلاثة أوجه



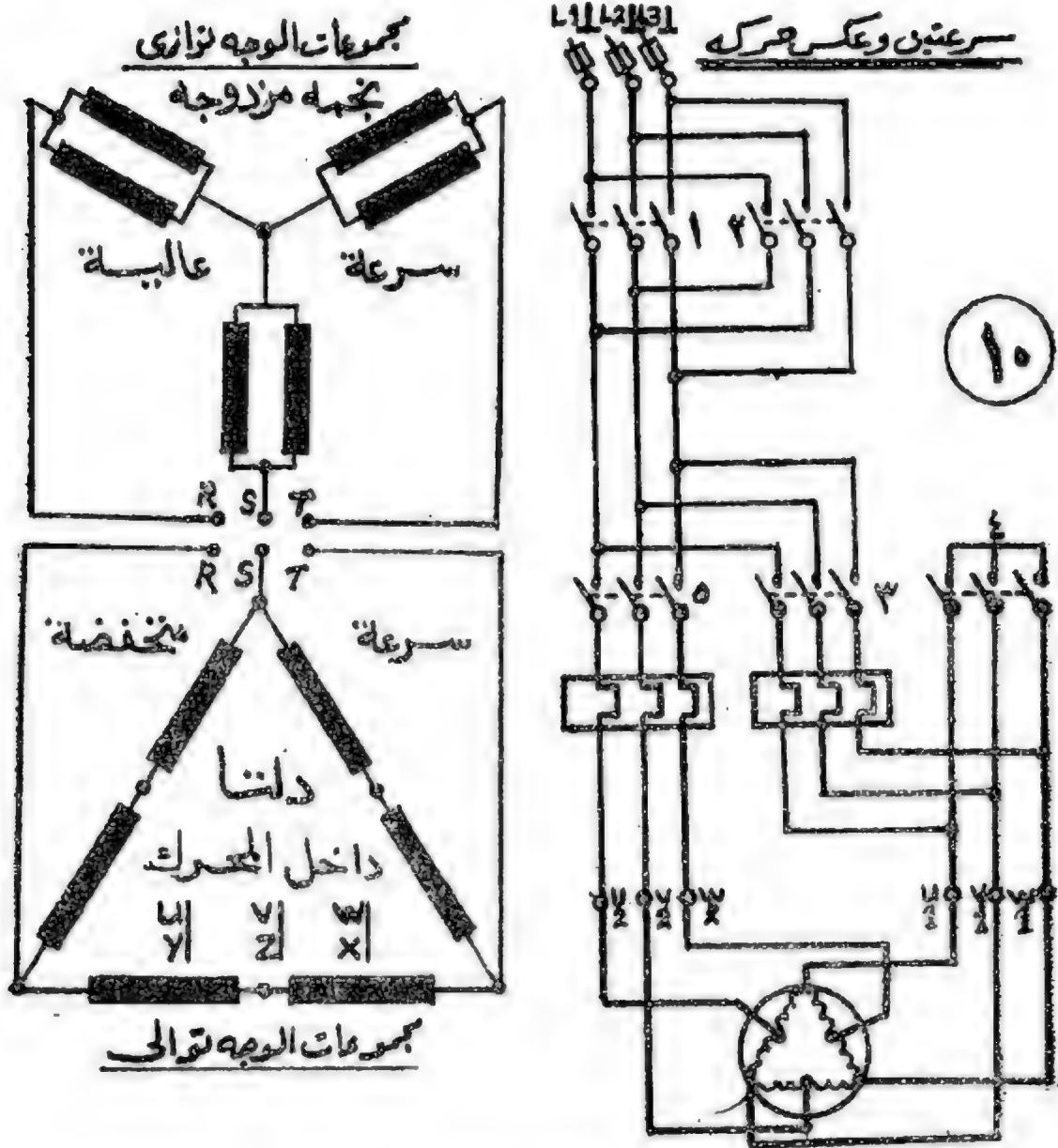
في هذه الدائرة استبدل القاطع الحرارى بقاطع آخر من نوع مغناطيسى حرارى ونلاحظ عند استعمال هذا النوع من القواطع لا نستعمل مصهراته .
وفي هذه الدائرة نجد أن الكونفاكتور رقم (١) خاص باتجاه للدوران ورقم (٢) خاص باتجاه آخر للدوران .

دائرة محرك ثلاثة أوجه نجم / دلنا



- فى هذه الدائرة استعمال قاطع من النوع الحرارى مع استعمال
المصهرات كما نجد ان هناك عدد ثلاثة كونتاكتور يستعمل فيها رقم (١) ورقم
(٢) لتشغيل المحرك نجمة مع ترك رقم (٣) دون استعمال .
- عند تحويل المحرك على الدلنا يفتح الكونتاكتور رقم (١) ويوصل رقم
(٣) مع رقم (٢) باقى التوصيل .

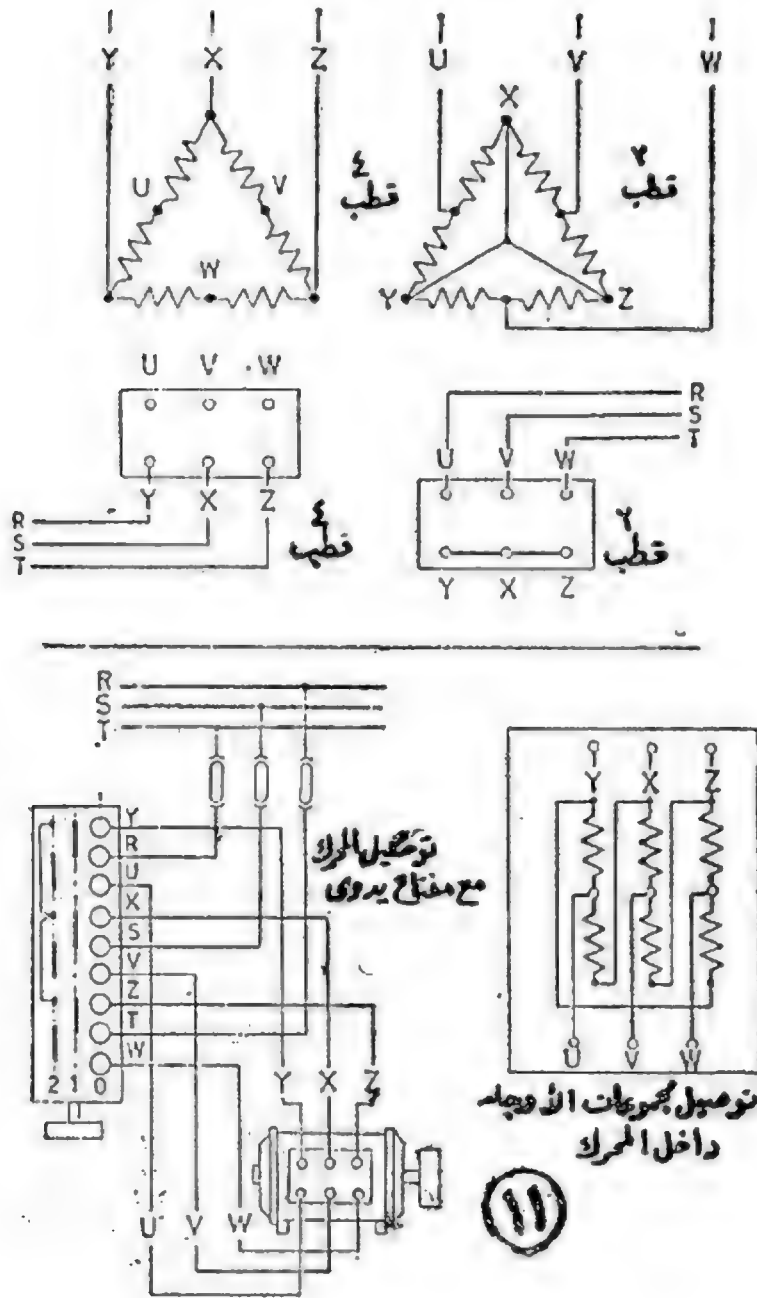
دائرة محرك ثلاثة أوجه سرعتين مع عكس الحركة



في هذه الدائرة استعمل عدد اثنين قاطع حراري وعدد خمسة كونتاكتور ولتشغيل المحرك للحصول على سرعة معينة وفي اتجاه معين نتبع الآتي :

- ١ — للحصول على سرعة منخفضة في اتجاه نستعمل الكونتاكتور رقم (١) ورقم (٢) .
- ٢ — للحصول على سرعة منخفضة في اتجاه آخر نستعمل الكونتاكتور رقم (٢) ورقم (٣) .
- ٣ — للحصول على سرعة عالية في اتجاه نستعمل الكونتاكتور رقم (١) ورقم (٤) ورقم (٥) .
- ٤ — للحصول على سرعة عالية في اتجاه آخر نستعمل الكونتاكتور رقم (٢) ورقم (٤) ورقم (٥) .

دائرة محرك ثلاثة أوجه سرعتين مع مفتاح يدوي



جدول قطر ومساحة مقطع اسلاك الفولاذ وشدة التيار

القطر بالمم	مساحة المقطع بالمم ²	شدة التيار أقصى بالمم ²	المقاومة بالمتر	الشدات في عدد
٥	٠.٠٢	٠.٠٠٥	٨.٩٤	٢٠٠٠
٦	٠.٢٨	٠.٠٠٧	٦.٢٨	١٥٠٠
٧	٠.٣٨	٠.٠١٠	٤.٥٦	١١٠٠
٨	٠.٥٠	٠.٠١٤	٣.٤٩	٩٠٠
٩	٠.٦٤	٠.٠١٦	٢.٧٦	٧٠٠
١٠	٠.٧٩	٠.٠٢٠	٢.٢٤	٦٠٠
١١	٠.٩٥	٠.٠٢٤	١.٨٤	٥٠٠
١٢	١.١٢	٠.٠٢٩	١.٥٥	٤٤٠
١٣	١.٢٤	٠.٠٣٤	١.٣٢	٣٦٠
١٤	١.٤١	٠.٠٤٩	١.١٤	٣٠٠
١٥	١.٥٧	٠.٠٥٥	٠.٩٩	٢٨٠
١٦	١.٧٤	٠.٠٥٦	٠.٨٦	٢٥٠
١٧	١.٩١	٠.٠٥٨	٠.٧٧	٢٢٥
١٨	٢.٠٨	٠.٠٦٥	٠.٦٨	٢٠٠
١٩	٢.٢٤	٠.٠٧٢	٠.٦١	١٨٠
٢٠	٢.٤١	٠.٠٨٠	٠.٥٥	١٦٥
٢١	٢.٥٦	٠.٠٨٨	٠.٥٠	١٥٠
٢٢	٢.٨٠	٠.٠٩٧	٠.٤٦	١٤٠
٢٣	٢.٩٥	٠.١٠٦	٠.٤٢	١٣٠
٢٤	٣.١٢	٠.١١٦	٠.٣٨	١٢٥
٢٥	٣.٢٨	٠.١٢٥	٠.٣٥	١١٠
٢٦	٣.٤٥	٠.١٣٥	٠.٣٢	١٠٠
٢٧	٣.٦٢	٠.١٤٥	٠.٢٩	٩٥
٢٨	٣.٨٠	٠.١٥٧	٠.٢٨	٩٠
٢٩	٣.٩٦	٠.١٦٨	٠.٢٦	٨٧
٣٠	٤.١٤	٠.١٨٠	٠.٢٤	٨٠
٣١	٤.٣٢	٠.١٩٢	٠.٢٢	٧٥
٣٢	٤.٥٠	٠.٢٠٥	٠.٢١	٦٩
٣٣	٤.٦٧	٠.٢١٨	٠.٢٠	٦٥
٣٤	٤.٨٦	٠.٢٣٤	٠.١٩	٦٠
٣٥	٥.٠٦	٠.٢٤٥	٠.١٨	٥٨
٣٦	٥.٢٩	٠.٢٥٩	٠.١٧	٥٤
٣٧	٥.٥٠	٠.٢٧٤	٠.١٦	٥٢

(تابع) جدول أسلاك اللف

عدد اللفات في الحل	المقاومة لكل متر	شدّة اللف بجملتها	ساحة مقطع السلك	القطر بالمل	قطر السلك
٥٠٠	١٠٥٤٧	١٢٨٩	١١١٢	١٤١	١٢٨
٤٧٥	١١٤٦٩	١٢٠٤	١١٢٠	١٤١	١٢٩
٤٥٠	١٢٤٩٦	١٢٢٠	١١٢٦	١٤٢	١٣٠
٤٢٠	١٣٦٦٦	١٢٥٤	١١٢٩	١٤٥	١٣٤
٣٩٠	١٤٠٠٩	١٢٧٠	١١٣٥	١٤٦	١٣٤
٣٧٠	١٤٠٠٤	١٢٠٥	١١٥٩	١٤٨	١٣٥
٣٤٠	١٤٠١٢	١٢٤٤	١١٧٢	١٥٠	١٣٧
٣٢٠	١٤٠٧٠	١٢٦١	١١٨١	١٥١	١٣٨
٣٠٠	١٤٠٩٤	١٢٠٠	١١٩٦	١٥٢	١٣٠
٢٥٠	١٤٠٧٢٨	١٢٠٥	١٢٤٨	١٥٩	١٣٥
٢١٠	١٤٠٦٢١	١٢٧٠	١٢٨٢	١٦٤	١٣١
١٨٠	١٤٠٦٢٥	١٢٨٥	١٢٨٤	١٦٩	١٣٥
١٦٠	١٤٠٥٥٥	١٢٨٥	١٢٨٥	١٧٤	١٣٧
١٤٠	١٤٠٩٥٥	١٢٨٥	١٢٨٧	١٧٩	١٣٧
١٢٠	١٤٠٤٨٨	١٢٨٥	١٢٨٤	١٨٤	١٣٨
١١٠	١٤٠٤٨٨	١٢٨٥	١٢٨٧	١٩٠	١٣٥
١٠٠	١٤٠٧٥٥	١٢٨٥	١٢٨٦	١٩٤	١٣٩
٩٠	١٤٠٤٦٦	١٢٨٥	١٢٨١	١٩٠	١٣٥
٨٤	١٤٠٤٤٤	١٢٨٥	١٢٨٦	١٩٥	١٣٥
٦٧	١٤٠١٨٤	١٢٨٥	١٢٨١	١٩٥	١٣٥
٥٥	١٤٠١٥٥	١٢٨٥	١٢٨١	١٩٥	١٣٥
٤٥	١٤٠١٤٤	١٢٨٥	١٢٨٩	١٩٦	١٣٥
٤٠	١٤٠١١٤	١٢٨٥	١٢٨٥	١٩٦	١٣٥
٣٤	١٤٠٠٩٩	١٢٨٥	١٢٨٧	١٩٦	١٣٥
٢٨	١٤٠٠٨٧	١٢٨٥	١٢٨٥	١٩٦	١٣٥
٢٤	١٤٠٠٧٧	١٢٨٥	١٢٨٥	١٩٦	١٣٥
٢٠	١٤٠٠٧٤	١٢٨٥	١٢٨٥	١٩٦	١٣٥
١٧	١٤٠٠٦٩	١٢٨٥	١٢٨٥	١٩٦	١٣٥
١٤	١٤٠٠٦٤	١٢٨٥	١٢٨٥	١٩٦	١٣٥
١٢	١٤٠٠٥٦	١٢٨٥	١٢٨٥	١٩٦	١٣٥
١٠	١٤٠٠٤٦	١٢٨٥	١٢٨٥	١٩٦	١٣٥
٧	١٤٠٠٤٦	١٢٨٥	١٢٨٥	١٩٦	١٣٥

أقصى تيار يسمح بمروره في الأسلاك
المعزولة بالمطاط والبلاستيك

جس

رقم التيار	المقاومة عند درجة ٢٠ م	المقطع مم الفعلي	تكرين الموصل	المقطع الاس
٥	١٨٥ أوم/م	١٩٥٠	١٠ X ١٠ مم	٢١
٧	١١ و ٤٠	١٥٤٠	١٠ X ٤٠	١,٥
١٠	٨ و ٧٣	٢٠١٠	١٠ X ٦٠	٢
١٥	٥ و ٨٤٠	٣٠١٠	١٧ X ٧٤	٣
٢٢	٤,٢٦	٣,٩٧٤	١٧ X ٨٥	٤
٢٨	٦,٨٥٦	٦٠-٦١	١٧ X ٥	٦
٣٥	١٧٥٥	٩,٢٩١	١٧ X ٣٠	١٠
٤٢	١٠٧	١٥,٨٨٩	١٧ X ٧٠	١٦
٦٥	٢٦٤٩	٢٥,٢١٨	١٩ X ٣٠	٢٥
٨٠	٣٥٢٦	٣٣,٥٨٠	١٩ X ٥٠	٣٥
١١٠	٣٣٣٦	٤٨,٤٣٩	١٩ X ٨٠	٥٠
١٣٥	٢٢٣٥	٦٥,٨٠٨	١٩ X ١٠٠	٧٠

الومنيوم

أبير	ادم كيلومتر	مم	مم	مم
٢٢	٣,٠٥٠	٦٤-٦٦	١٠,٥ X ٧	٦
٢٨	٢,٨٧٥	٩,٢٩١	١٣,٥ X ٧	١٠
٣٣	١,٧٩٠	١٥,٨٨٩	١٧ X ٧٠	١٦
٥٢	١٠-٦٠	٢٥,٠٢١	١٤ X ٢٠	٢٥
٦٤	٨٦٠	٣٤,٠٧٩	١٧ X ٥٢	٣٥
٨٨	٦٠٦	٤٩,٤٢٠	١٧ X ٣٠	٥٠
١٠٥	٤٣٣	٦٩,٧٠٠	١٩ X ١٤	٧٠
١٤٤	٣١٩	٩٤,٤٣٠	١٩ X ٥٢	٩٥

جدول لحساب شدة التيار (أمبير)
في محركات التيار المتغير وجه وثلاثة أوجه

جدول لحساب شدة التيار في المحركات

القدرة	الأمبير									
	محركات ثلثة اوجه تردد من ٥٠-٦٠									
حصان	٢٠٠	٢٨٠	٤١٥	٤٤٠	٥٠٠	٦٦٠	٧٠٠	٧٦٠	٨٠٠	٨٤٠
٣٧	١,٨	١,٠٣			١	٠,٦	٣,١٢	٤,٤٦		
٥٥	٢,٧٥	١,٦			١,٤١	٠,٩	٤,٧٦	٣,٣١		
٧٥	٣,٥	٢	٢	١,٦٨	١,٥	١,١	٦,٠١	٤,٤٩		
١٠٠	٤,٤	٢,٦	٢,٥	٢,٣٧	٢	١,٥	٧,٦	٦,٣٥		
١٥٠	٦	٣,٥	٣,٥	٣,٠٦	٢,٦	٢	١٠,٤	٨,٢٥		
٢٢٠	٨,٧	٥	٥	٤,٤٤	٣,٨	٢,٨	١٥,١	١٢,٣		
٣٠٠	١١,٥	٦,٦	٦,٥	٥,٧٧	٥	٣,٨	٢٠	١٦,٢		
٤٠٠	١٤,٥	٨,٥			٦,٥	٤,٩	٢٥,١	٢٠,٦		
٥٥٠	٢٠	١١,٥	١١	١٠,١٤	٩	٦,٦	٣٤,٦	٢٩,٢		
٧٥٠	٢٧	١٥,٥	١٤	١٣,٧	١٢	٨,٩	٤٦,٨	٣٨,٤		
١٠٠٠	٣٥	٢٠			١٥	١١,٥	٦٠	٥٢		
١١٠٠	٣٩	٢٢	٢١	٢٠,١	١٧	١٢,٧	٦٨	٥٧		
١٥٠٠	٥٢	٣٠	٢٨	٢٦,٥	٢٣	١٧,٣	٩٠	٧٦		
١٨٠٠	٦٤	٣٧	٣٥	٣٢,٨	٢٨,٥	٢١,٣	١١١	٩٤		
٢٢٠٠	٧٥	٤٤	٤٠	٣٩	٣٣	٢٥,٤	١٣٠	١١٣		
٣٠٠٠	١٠٣	٦٠	٥٥	٥١,٥	٤٥	٣٤,٦	١٧٨	١٥٠		
٣٧٠٠	١٢٦	٧٢,٥	٦٦	٦٤	٥٥	٤١,٨	٢١٨	١٨٦		
٤٥٠٠	١٤٧	٨٥	٨٠	٧٦,٨	٦٥	٤٩	٢٥٤	٢٢١		
٥٥٠٠	١٨٢	١٠٥	١		٨٠	٦٠,٦	٣١٥	٢٧٦		
٧٥٠٠	٢٣٩	١٣٨	١٣٥	١٢٥	١٠٥	٧٩,٦	٤١٤	٣٦٤		

جدول سعة المكثفات المستعملة مع محركات
الوجه الواحد المزودة والفير مزودة بمفتاح طرد

محركات وجه واحد مزودة بمفتاح طرد

محركات ٢ قطب ميكروفراد		محركات ٤ قطب ميكروفراد		
سعة المكثف		الزمن	الفرق	الفرق وان
من	الى			
٥	٣	٠,٩٨	٢٢.	٩٠
٦	٤	١,٢٣	٢٢.	١٢.
٩	٦	١,٥٥	٢٢.	١٨.
١٢	٨	١,٩٨	٢٢.	٢٥.
١٦	١٠	٢,٧	٢٢.	٣٧.
٢٢	١٨	٣,٨٥	٢٢.	٥٥.
٣٠	٢٥	٤,٩	٢٢.	٧٥.
٤٠	٣٥	٧,٠	٢٢.	١١٠.

محركات ٢ قطب ميكروفراد		محركات ٤ قطب ميكروفراد		
سعة المكثف		الزمن	الفرق	الفرق وان
من	الى			
٨	٥	١,٠٦	٢٢.	١٢.
١٠	٧	١,٤٤	٢٢.	١٨.
١٠	٧	١,٨	٢٢.	٢٥.
١٥	١٠	٢,٥٤	٢٢.	٣٧.
٢٠	١٤	٣,٦٥	٢٢.	٥٥.
٢٢	١٨	٤,٨٥	٢٢.	٧٥.
٣٥	٢٥	٦,٨	٢٢.	١١٠.
٦٠	٤٥	٩,١	٢٢.	١٥٠.

محركات وجه واحد مزودة بمفتاح طرد مركزي

محركات ٢ قطب ميكروفراد		محركات ٤ قطب ميكروفراد		
سعة المكثف		الزمن	الفرق	الفرق وان
من	الى			
٢٢	١٥	١,٩٢	٢٢.	١٢.
٣٠	٢٥	٢,٤٧	٢٢.	١٨.
٤٥	٣٥	٣,٠٥	٢٢.	٢٥.
٤٥	٣٥	٤,٤	٢٢.	٣٧.
٦٠	٥٠	٥,٥	٢٢.	٥٥.
١١٠	٩٠	٧,٣	٢٢.	٧٥.
١٢٥	١١٥	٩,٧	٢٢.	١١٠.
١٤٥	١٢٠	١٢,٨	٢٢.	١٥٠.
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—

محركات ٢ قطب ميكروفراد		محركات ٤ قطب ميكروفراد		
سعة المكثف		الزمن	الفرق	الفرق وان
من	الى			
١٨	١٢	١,٥٤	٢٢.	٩٠
١٨	١٢	١,٧٤	٢٢.	١٢.
٣٠	٢٠	١,٩٧	٢٢.	١٨.
٤٥	٣٢	٢,٥٨	٢٢.	٢٥.
٥٥	٥٠	٣,٦	٢٢.	٣٧.
٦٥	٥٥	٥,٠	٢٢.	٥٥.
١٠٠	٧٥	٦,٢	٢٢.	٧٥.
١٣٠	١١٠	٨,٣	٢٢.	١١٠.
١٧٠	١٤٠	١١,٥	٢٢.	١٥٠.
٢٤٠	٢٠٠	١٦,٥	٢٢.	٢٢٠.

باب الجداول الخاصة بالحوالات

قلب المحصول في قوائم القدر

الوقت	مصلحة منقلب القلب برصه	تزداد ٤٠	تزداد ٥٠	تزداد ٦٠
١٠	١٠	١٤	١٣	١٢
١٥	١٥	١٥	١٤	١٣
٢٠	٢٠	١٦	١٥	١٤
٢٥	٢٥	١٧	١٦	١٥
٣٠	٣٠	١٨	١٧	١٦
٣٥	٣٥	١٩	١٨	١٧
٤٠	٤٠	٢٠	١٩	١٨
٤٥	٤٥	٢١	٢٠	١٩
٥٠	٥٠	٢٢	٢١	٢٠
٥٥	٥٥	٢٣	٢٢	٢١
٦٠	٦٠	٢٤	٢٣	٢٢
٦٥	٦٥	٢٥	٢٤	٢٣
٧٠	٧٠	٢٦	٢٥	٢٤
٧٥	٧٥	٢٧	٢٦	٢٥
٨٠	٨٠	٢٨	٢٧	٢٦
٨٥	٨٥	٢٩	٢٨	٢٧
٩٠	٩٠	٣٠	٢٩	٢٨
٩٥	٩٥	٣١	٣٠	٢٩
١٠٠	١٠٠	٣٢	٣١	٣٠
١٠٥	١٠٥	٣٣	٣٢	٣١
١١٠	١١٠	٣٤	٣٣	٣٢
١١٥	١١٥	٣٥	٣٤	٣٣
١٢٠	١٢٠	٣٦	٣٥	٣٤
١٢٥	١٢٥	٣٧	٣٦	٣٥
١٣٠	١٣٠	٣٨	٣٧	٣٦
١٣٥	١٣٥	٣٩	٣٨	٣٧
١٤٠	١٤٠	٤٠	٣٩	٣٨
١٤٥	١٤٥	٤١	٤٠	٣٩
١٥٠	١٥٠	٤٢	٤١	٤٠
١٥٥	١٥٥	٤٣	٤٢	٤١
١٦٠	١٦٠	٤٤	٤٣	٤٢
١٦٥	١٦٥	٤٥	٤٤	٤٣
١٧٠	١٧٠	٤٦	٤٥	٤٤
١٧٥	١٧٥	٤٧	٤٦	٤٥
١٨٠	١٨٠	٤٨	٤٧	٤٦
١٨٥	١٨٥	٤٩	٤٨	٤٧
١٩٠	١٩٠	٥٠	٤٩	٤٨
١٩٥	١٩٥	٥١	٥٠	٤٩
٢٠٠	٢٠٠	٥٢	٥١	٥٠
٢٠٥	٢٠٥	٥٣	٥٢	٥١
٢١٠	٢١٠	٥٤	٥٣	٥٢
٢١٥	٢١٥	٥٥	٥٤	٥٣
٢٢٠	٢٢٠	٥٦	٥٥	٥٤
٢٢٥	٢٢٥	٥٧	٥٦	٥٥
٢٣٠	٢٣٠	٥٨	٥٧	٥٦
٢٣٥	٢٣٥	٥٩	٥٨	٥٧
٢٤٠	٢٤٠	٦٠	٥٩	٥٨
٢٤٥	٢٤٥	٦١	٦٠	٥٩
٢٥٠	٢٥٠	٦٢	٦١	٦٠
٢٥٥	٢٥٥	٦٣	٦٢	٦١
٢٦٠	٢٦٠	٦٤	٦٣	٦٢
٢٦٥	٢٦٥	٦٥	٦٤	٦٣
٢٧٠	٢٧٠	٦٦	٦٥	٦٤
٢٧٥	٢٧٥	٦٧	٦٦	٦٥
٢٨٠	٢٨٠	٦٨	٦٧	٦٦
٢٨٥	٢٨٥	٦٩	٦٨	٦٧
٢٩٠	٢٩٠	٧٠	٦٩	٦٨
٢٩٥	٢٩٥	٧١	٧٠	٦٩
٣٠٠	٣٠٠	٧٢	٧١	٧٠
٣٠٥	٣٠٥	٧٣	٧٢	٧١
٣١٠	٣١٠	٧٤	٧٣	٧٢
٣١٥	٣١٥	٧٥	٧٤	٧٣
٣٢٠	٣٢٠	٧٦	٧٥	٧٤
٣٢٥	٣٢٥	٧٧	٧٦	٧٥
٣٣٠	٣٣٠	٧٨	٧٧	٧٦
٣٣٥	٣٣٥	٧٩	٧٨	٧٧
٣٤٠	٣٤٠	٨٠	٧٩	٧٨
٣٤٥	٣٤٥	٨١	٨٠	٧٩
٣٥٠	٣٥٠	٨٢	٨١	٨٠
٣٥٥	٣٥٥	٨٣	٨٢	٨١
٣٦٠	٣٦٠	٨٤	٨٣	٨٢
٣٦٥	٣٦٥	٨٥	٨٤	٨٣
٣٧٠	٣٧٠	٨٦	٨٥	٨٤
٣٧٥	٣٧٥	٨٧	٨٦	٨٥
٣٨٠	٣٨٠	٨٨	٨٧	٨٦
٣٨٥	٣٨٥	٨٩	٨٨	٨٧
٣٩٠	٣٩٠	٩٠	٨٩	٨٨
٣٩٥	٣٩٥	٩١	٩٠	٨٩
٤٠٠	٤٠٠	٩٢	٩١	٩٠
٤٠٥	٤٠٥	٩٣	٩٢	٩١
٤١٠	٤١٠	٩٤	٩٣	٩٢
٤١٥	٤١٥	٩٥	٩٤	٩٣
٤٢٠	٤٢٠	٩٦	٩٥	٩٤
٤٢٥	٤٢٥	٩٧	٩٦	٩٥
٤٣٠	٤٣٠	٩٨	٩٧	٩٦
٤٣٥	٤٣٥	٩٩	٩٨	٩٧
٤٤٠	٤٤٠	١٠٠	٩٩	٩٨
٤٤٥	٤٤٥	١٠١	١٠٠	٩٩
٤٥٠	٤٥٠	١٠٢	١٠١	١٠٠
٤٥٥	٤٥٥	١٠٣	١٠٢	١٠١
٤٦٠	٤٦٠	١٠٤	١٠٣	١٠٢
٤٦٥	٤٦٥	١٠٥	١٠٤	١٠٣
٤٧٠	٤٧٠	١٠٦	١٠٥	١٠٤
٤٧٥	٤٧٥	١٠٧	١٠٦	١٠٥
٤٨٠	٤٨٠	١٠٨	١٠٧	١٠٦
٤٨٥	٤٨٥	١٠٩	١٠٨	١٠٧
٤٩٠	٤٩٠	١١٠	١٠٩	١٠٨
٤٩٥	٤٩٥	١١١	١١٠	١٠٩
٥٠٠	٥٠٠	١١٢	١١١	١١٠
٥٠٥	٥٠٥	١١٣	١١٢	١١١
٥١٠	٥١٠	١١٤	١١٣	١١٢
٥١٥	٥١٥	١١٥	١١٤	١١٣
٥٢٠	٥٢٠	١١٦	١١٥	١١٤
٥٢٥	٥٢٥	١١٧	١١٦	١١٥
٥٣٠	٥٣٠	١١٨	١١٧	١١٦
٥٣٥	٥٣٥	١١٩	١١٨	١١٧
٥٤٠	٥٤٠	١٢٠	١١٩	١١٨
٥٤٥	٥٤٥	١٢١	١٢٠	١١٩
٥٥٠	٥٥٠	١٢٢	١٢١	١٢٠
٥٥٥	٥٥٥	١٢٣	١٢٢	١٢١
٥٦٠	٥٦٠	١٢٤	١٢٣	١٢٢
٥٦٥	٥٦٥	١٢٥	١٢٤	١٢٣
٥٧٠	٥٧٠	١٢٦	١٢٥	١٢٤
٥٧٥	٥٧٥	١٢٧	١٢٦	١٢٥
٥٨٠	٥٨٠	١٢٨	١٢٧	١٢٦
٥٨٥	٥٨٥	١٢٩	١٢٨	١٢٧
٥٩٠	٥٩٠	١٣٠	١٢٩	١٢٨
٥٩٥	٥٩٥	١٣١	١٣٠	١٢٩
٦٠٠	٦٠٠	١٣٢	١٣١	١٣٠
٦٠٥	٦٠٥	١٣٣	١٣٢	١٣١
٦١٠	٦١٠	١٣٤	١٣٣	١٣٢
٦١٥	٦١٥	١٣٥	١٣٤	١٣٣
٦٢٠	٦٢٠	١٣٦	١٣٥	١٣٤
٦٢٥	٦٢٥	١٣٧	١٣٦	١٣٥
٦٣٠	٦٣٠	١٣٨	١٣٧	١٣٦
٦٣٥	٦٣٥	١٣٩	١٣٨	١٣٧
٦٤٠	٦٤٠	١٤٠	١٣٩	١٣٨
٦٤٥	٦٤٥	١٤١	١٤٠	١٣٩
٦٥٠	٦٥٠	١٤٢	١٤١	١٤٠
٦٥٥	٦٥٥	١٤٣	١٤٢	١٤١
٦٦٠	٦٦٠	١٤٤	١٤٣	١٤٢
٦٦٥	٦٦٥	١٤٥	١٤٤	١٤٣
٦٧٠	٦٧٠	١٤٦	١٤٥	١٤٤
٦٧٥	٦٧٥	١٤٧	١٤٦	١٤٥
٦٨٠	٦٨٠	١٤٨	١٤٧	١٤٦
٦٨٥	٦٨٥	١٤٩	١٤٨	١٤٧
٦٩٠	٦٩٠	١٥٠	١٤٩	١٤٨
٦٩٥	٦٩٥	١٥١	١٥٠	١٤٩
٧٠٠	٧٠٠	١٥٢	١٥١	١٥٠
٧٠٥	٧٠٥	١٥٣	١٥٢	١٥١
٧١٠	٧١٠	١٥٤	١٥٣	١٥٢
٧١٥	٧١٥	١٥٥	١٥٤	١٥٣
٧٢٠	٧٢٠	١٥٦	١٥٥	١٥٤
٧٢٥	٧٢٥	١٥٧	١٥٦	١٥٥
٧٣٠	٧٣٠	١٥٨	١٥٧	١٥٦
٧٣٥	٧٣٥	١٥٩	١٥٨	١٥٧
٧٤٠	٧٤٠	١٦٠	١٥٩	١٥٨
٧٤٥	٧٤٥	١٦١	١٦٠	١٥٩
٧٥٠	٧٥٠	١٦٢	١٦١	١٦٠
٧٥٥	٧٥٥	١٦٣	١٦٢	١٦١
٧٦٠	٧٦٠	١٦٤	١٦٣	١٦٢
٧٦٥	٧٦٥	١٦٥	١٦٤	١٦٣
٧٧٠	٧٧٠	١٦٦	١٦٥	١٦٤
٧٧٥	٧٧٥	١٦٧	١٦٦	١٦٥
٧٨٠	٧٨٠	١٦٨	١٦٧	١٦٦
٧٨٥	٧٨٥	١٦٩	١٦٨	١٦٧
٧٩٠	٧٩٠	١٧٠	١٦٩	١٦٨
٧٩٥	٧٩٥	١٧١	١٧٠	١٦٩
٨٠٠	٨٠٠	١٧٢	١٧١	١٧٠
٨٠٥	٨٠٥	١٧٣	١٧٢	١٧١
٨١٠	٨١٠	١٧٤	١٧٣	١٧٢
٨١٥	٨١٥	١٧٥	١٧٤	١٧٣
٨٢٠	٨٢٠	١٧٦	١٧٥	١٧٤
٨٢٥	٨٢٥	١٧٧	١٧٦	١٧٥
٨٣٠	٨٣٠	١٧٨	١٧٧	١٧٦
٨٣٥	٨٣٥	١٧٩	١٧٨	١٧٧
٨٤٠	٨٤٠	١٨٠	١٧٩	١٧٨
٨٤٥	٨٤٥	١٨١	١٨٠	١٧٩
٨٥٠	٨٥٠	١٨٢	١٨١	١٨٠
٨٥٥	٨٥٥	١٨٣	١٨٢	١٨١
٨٦٠	٨٦٠	١٨٤	١٨٣	١٨٢
٨٦٥	٨٦٥	١٨٥	١٨٤	١٨٣
٨٧٠	٨٧٠	١٨٦	١٨٥	١٨٤
٨٧٥	٨٧٥	١٨٧	١٨٦	١٨٥
٨٨٠	٨٨٠	١٨٨	١٨٧	١٨٦
٨٨٥	٨٨٥	١٨٩	١٨٨	١٨٧
٨٩٠	٨٩٠	١٩٠	١٨٩	١٨٨
٨٩٥	٨٩٥	١٩١	١٩٠	١٨٩
٩٠٠	٩٠٠	١٩٢	١٩١	١٩٠
٩٠٥	٩٠٥	١٩٣	١٩٢	١٩١
٩١٠	٩١٠	١٩٤	١٩٣	١٩٢
٩١٥	٩١٥	١٩٥	١٩٤	١٩٣
٩٢٠	٩٢٠	١٩٦	١٩٥	١٩٤
٩٢٥	٩٢٥	١٩٧	١٩٦	١٩٥
٩٣٠	٩٣٠	١٩٨	١٩٧	١٩٦
٩٣٥	٩٣٥	١٩٩	١٩٨	١٩٧
٩٤٠	٩٤٠	٢٠٠	١٩٩	١٩٨
٩٤٥	٩٤٥	٢٠١	٢٠٠	١٩٩
٩٥٠	٩٥٠	٢٠٢	٢٠١	٢٠٠
٩٥٥	٩٥٥	٢٠٣	٢٠٢	٢٠١
٩٦٠	٩٦٠	٢٠٤	٢٠٣	٢٠٢
٩٦٥	٩٦٥	٢٠٥	٢٠٤	٢٠٣
٩٧٠	٩٧٠	٢٠٦	٢٠٥	٢٠٤
٩٧٥	٩٧٥	٢٠٧	٢٠٦	٢٠٥
٩٨٠	٩٨٠	٢٠٨	٢٠٧	٢٠٦
٩٨٥	٩٨٥	٢٠٩	٢٠٨	٢٠٧
٩٩٠	٩٩٠	٢١٠	٢٠٩	٢٠٨
٩٩٥	٩٩٥	٢١١	٢١٠	٢٠٩
١٠٠٠	١٠٠٠	٢١٢	٢١١	٢١٠
١٠٠٥	١٠٠٥	٢١٣	٢١٢	٢١١
١٠١٠	١٠١٠	٢١٤	٢١٣	٢١٢
١٠١٥	١٠١٥	٢١٥	٢١٤	٢١٣
١٠٢٠	١٠٢٠	٢١٦	٢١٥	٢١٤
١٠٢٥	١٠٢٥	٢١٧	٢١٦	٢١٥
١٠٣٠	١٠٣٠	٢١٨	٢١٧	٢١٦
١٠٣٥	١٠٣٥	٢١٩	٢١٨	٢١٧
١٠٤٠	١٠٤٠	٢٢٠	٢١٩	٢١٨
١٠٤٥	١٠٤٥	٢٢١	٢٢٠	٢١٩
١٠٥٠				

جدول اسلاك النيكل كروم المستديرة المقطع والمبطط

جدول ملك نیکل کروم (مبطل) =

[illegible]

جدول تنفيذى لأجهزة التسخين (قطر، طول السلك)

القدرة وات	١١٠ فولت		٢٢٠ فولت	
	القطر	الطول	القطر	الطول
١٠٠	١	٢,١٥	١	٣,٤٠
١٥٠	١,٢٢	٢,٣٠	١,١٤	٣,٦٠
٢٠٠	١,٢٧	٣,١٠	١,١٦	٤,٣٠
٢٥٠	١,٣٠	٢,٧٠	١,١٨	٤,٣٠
٣٠٠	١,٣٥	٣,٥٠	١,٢٢	٥,٤٠
٣٥٠	١,٤٠	٣,٨٠	١,٢٥	٦,٠٠
٤٠٠	١,٤٥	٤,٣٠	١,٢٧	٦,٠٠
٥٠٠	١,٥٧	٥,٥٠	١,٣٠	٦,١٠
٦٠٠	١,٦٤	٥,٨٠	١,٣٥	٦,٨٠
٧٠٠	١,٧٠	٥,٦٠	١,٤٠	٧,٧٠
٨٠٠	١,٧٠	٥,٣٠	١,٤٥	٨,٧٠
٩٠٠	١,٨٠	٦,٠٠	١,٥٠	٩,٢٠
١٠٠٠	١,٩٠	٦,٨٠	١,٥٧	١١,٠٠
١١٠٠	١,٩٠	٦,١٥	١,٦٠	١١,٠٠
١٢٠٠	١,٠٠	٧,١٠	١,٦٠	١٠,٨٠
١٣٠٠	١,٠٠	٦,١٠	١,٦٤	١٠,٧٠
١٤٠٠	١,٢٠	٦,٨٠	١,٧٠	١١,٩٠
١٥٠٠	١,٢٠	٨,٢٠	١,٧٠	١١,١٠
٢٠٠٠	١,٤٠	٨,٨٠	١,٨٠	١٣,٧٠

يستعمل هذا الجدول فى حساب الملفات الخاصة بأجهزة التسخين
حسب قدرة الجهاز مع العلم بأن كل من القطر المختار وطول السلك حسب
شدة التيار وضغط الينبوع .

مطبعة الجبل لاوى

٢٠٢ شارع التربة البولاقية — شبرا مصر

رقم الإيداع بدار الكتب ٣٥٠٦ / ١٩٩١